PENGARUH PENERAPAN SISTEM *MONITORING REAL-TIME* BERBASIS CITECT SCADA PADA *OXYGEN* PLANT TERHADAP WAKTU KERJA

Priyono Budi Santoso,S.T.,M.T.[1)]
Politeknik Gajah Tunggal
yonxzbudi@gmail.com

Sahibul Sidiq[2)]
Teknologi Industri, Politeknik Gajah Tunggal
sahibulsidiq@gmail.com

Alamsyah Samsudin[3)]
PT. Gajah Tunggal, Tbk.
alamsyahsmdn@gt-tires.co.id

ABSTRAK

The gold extraction process in the leaching tank is strongly influenced by the Oxygen Plant, so the value of the Oxygen Plant parameter needs to be monitored to determine the quality of the oxygen taken into the leaching tank. Previously, the Oxygen Plant monitoring process was carried out by manually recording the Oxygen Plant parameter data in the Oxygen Plant area. However, the operator's Post to the location of the Oxygen Plant is quite far so that causes the operator to take a long time (about 18 minutes) to carry out these activities. This research was conducted to analyze and wait for the operator's working time after the implementation of a real-time monitoring system on the Oxygen Plant. This study uses the method of measuring working time, which is carried out on operators who record Oxygen Plant data both before and before the application of the system. Based on the results of the research data obtained, the operator's working time, which previously averaged 6,11 minutes, decreased after the implementation of the real-time monitoring system to an average of 1,86 minutes. The implementation of the real-time monitoring system provides a storage time of 4,25 minutes or 69,5% for the operator. The results of the T-test conducted show that the implementation of a real-time monitoring system at the Oxygen Plant affects the operator's working time in recording data.

Kata Kunci : *Monitoring, Oxygen Plant, Measurement, Working Time, Saving Time*

I. PENDAHULUAN

Emas merupakan salah satu komoditas yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan paling banyak dicari dimasa kini. Emas didapatkan dari mineral pada bijih-bijih (ore) yang kemudian diolah dan diproses hingga menjadi emas (Aminah, 2019). Pada pabrik tempat penelitian ini dilakukan, bijih-bijih (*ore*) yang didapatkan dari hasil tambang diolah dengan proses yang dimulai dari proses *Crushing* (peremukan), *Sag Mill* (penggiling kasar), *Ball Mill* (penggiling halus), *Thickener* (penyaring), *Leaching* (pelindian), *Carbon in Pulp* (CIP), *Elution* (pemisahan), *Electrowinning* (pemadatan), dan *Smelting* (peleburan). Pada proses *Leaching,* emas yang masih berupa bijih (*ore*) yang sudah halus, kemudian diekstraksi untuk dipisahkan dari batu dan tanah, dimana pada proses ini sendiri melibatkan material sianida, oksigen dan air (Arham et al., 2020).

Jumlah target produksi yang rata-rata bisa mencapai 165 ton/jam mengakibatkan kuantitas pada proses *Leaching* menjadi begitu besar. Hal ini menyebabkan perlunya *monitoring* dan kontrol pada jumlah dan kadar material yang dimasukkan ke dalam tangki *Leaching*. Oksigen pada tangki *Leaching* merupakan oksigen yang dihasilkan oleh *Oxygen Plant* dan kemudian disalurkan ke tangki *Leaching*. *Oxygen Plant* merupakan suatu sistem produksi yang dirancang untuk menghasilkan oksigen yang akan digunakan dalam proses pengolahan pada industri manufaktur (Advanced Capital Engineering, 2020). Pada *Oxygen Plant* terdapat beberapa parameter yang selalu di-*monitor* dengan cara pencatatan data setiap dua jam oleh operator. Parameter-parameter tersebut adalah *flow* oksigen*, air pressure, pressure* oksigen dan *purity* oksigen. Keempat parameter tersebut perlu di*monitor* karena dapat mempengaruhi kadar oksigen yang dimasukkan ke dalam tangki *Leaching*.

Tabel 1. Sampel waktu kerja operator

Tanggal	Pukul	Leaching (Menit)	Thickener Atas dan Thickener Bawah (Menit)	*Oxygen Plant* (Menit)
12-Feb-21	06.00	7,28	4,38	5,75
	08.00	7,82	4,03	6,05
	10.00	9,28	4,25	5,65
	12.00	7,97	4,63	6,00
	14.00	7,23	4,47	6,70
	16.00	8,05	4,75	6,18
13-Feb-21	06.00	8,27	4,53	5,63
	08.00	8,78	4,50	6,05
	10.00	9,42	4,37	5,80
	12.00	8,30	4,02	6,27
	14.00	8,03	4,20	6,37
	16.00	8,05	4,37	6,07
Rata-Rata		8,21	4,38	6,04
Jumlah			18,63	

Akan tetapi, lokasi Pos operator ke lokasi *Oxygen Plant* cukup jauh dan operator pun perlu melakukan pengambilan sampel serta pencatatan data pada proses lainnya, yaitu pada *Leaching* dan *Thickener*. Hal tersebut menyebabkan operator membutuhkan waktu kurang lebih 18 menit untuk melakukan pencatatan data yang dapat dilihat pada Tabel 1 di atas. Kegiatan pengecekan dan pencatatan data tersebut dilakukan sebanyak enam kali dalam setiap *shift* kerja. Terkadang ketika operator sibuk, pengecekan dan pencatatan data parameter *Oxygen Plant* diabaikan sehingga tidak terdapat rekam data yang lengkap. Data yang didapatkan oleh operator kemudian dimasukkan ke dalam *log sheet* dan ketika sudah lengkap, *log sheet* akan diantarkan ke bagian *metallurgy* untuk di-*input* ke *database*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Ghassani & Hilyah, 2017) dengan tujuan untuk menghitung *time saving* yang didapatkan oleh para pengguna *e-money*. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai *time saving* sebesar 5.709.891 menit/ orang/ hari dari para pengguna *e-money* yang berada di Surabaya.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Fathoni & Runtuk, 2019) dengan tujuan untuk menganalisis tersendatnya aliran proses produksi dan pemborosan waktu dengan pendekatan simulasi. Hasil dari simulasi pada penelitian tersebut didapatkan bahwa usulan perbaikan pada penelitian tersebut dapat memberikan pengurangan waktu proses sebesar 330,66%.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Carlyn et al., 2020) dengan tujuan untuk menganalisis apakah ada perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah penerapan sistem pembayaran pajak *online* berbasis *e-samsat* pada Pajak Kendaraan Bermotor. Hasil dari penelitian tersebut adalah penerapan sistem pembayaran pajak *online* berbasis *e-samsat* memberikan perbedaan yang signifikan sebelum dan sesudah penerapan tersebut.

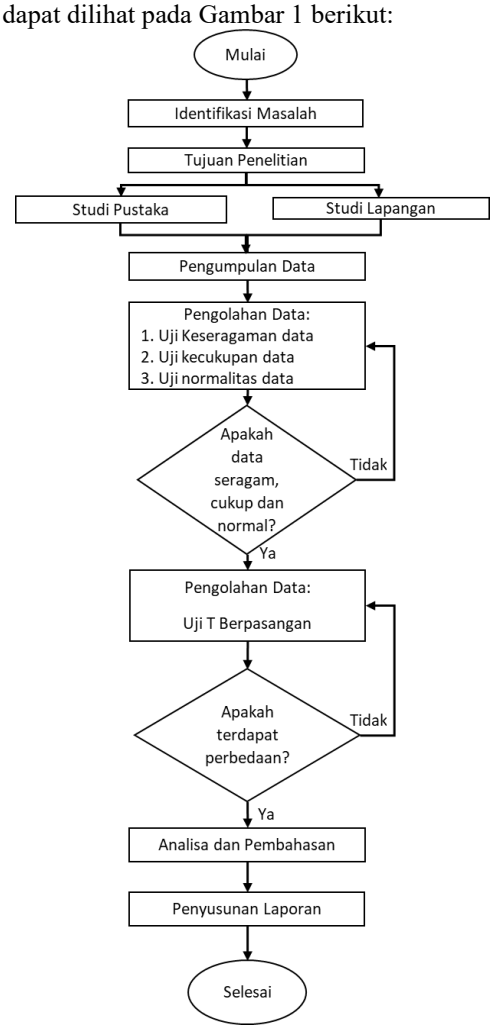
Sistem *monitoring* real-*time* yang diterapkan pada area *Oxygen Plant* yang diteliti pada penelitian ini merupakan sistem yang dibuat menggunakan *software* Citect.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis waktu kerja operator setelah adanya penerapan sistem *monitoring real-time* pada *Oxygen Plant*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengukuran waktu kerja pada operator dengan metode jam henti (stopwatch) yang kemudian di uji menggunakan uji t berpasangan. Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat mempercepat waktu kerja operator dalam melakukan pencatatan data parameter *Oxygen Plant* serta dapat memberikan operator waktu simpan yang lebih banyak.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Alur Penelitian

Alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

2.2. Deskripsi Penelitian

1. Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat peralatan yang dapat digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini adalah:

1) *Stopwatch*, sebagai alat bantu untuk mengukur waktu kerja.
2) Laptop/Komputer, sebagai media untuk menunjang penulisan laporan penelitian.
3) *Software* SPSS, sebagai aplikasi untuk mengolah data.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan dengan mengukur waktu kerja operator menggunakan teknik jam henti (Budiman et al., 2019). Pengukuran waktu kerja tersebut dimulai dari waktu perjalanan operator dari Pos ke area *Oxygen Plant*, kemudian waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant*, hingga waktu operator kembali ke Pos lagi. Terdapat perbedaan tujuan perjalanan operator antara sebelum dan sesudah implementasi. Pada saat sebelum implementasi, operator berjalan dari Pos ke area *Oxygen Plant*, lalu mencatat data di area *Oxygen Plant*, kemudian kembali ke Pos. Sementara setelah implementasi, operator berjalan dari Pos ke ruang *monitor* SCADA, mencatat data di ruang *monitor* SCADA, kemudian kembali ke Pos. Tidak ada perbedaan antara frekuensi pencatatan data *Oxygen Plant* oleh operator baik sebelum dan sesudah implementasi yang berjumlah 6 kali per *shift* kerja.

3. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dengan pengujian kecukupan data, keseragaman data, normalitas data dan uji t berpasangan. Pengolahan data ini dilakukan menggunakan *software* SPSS (Sommet & Morselli, 2017).

1) Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang telah dikumpulkan sudah seragam atau belum. Pengujian ini dilakukan dengan menentukan BKA (Batas Kendali Atas) dan BKB (Batas Kendali Atas) dari sekumpulan data (Subekti & Aras, 2019). Berikut adalah rumus untuk uji keseragaman data, yaitu:

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

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

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

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

2) Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah jumlah data yang dikumpulkan sudah cukup secara obyektif (Widodo et al., 2018). Berikut adalah persamaan untuk uji kecukupan data:

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

3) Uji Normalitas Data

Uji normalitas data dilakukan dengan tujuan untuk menguji sebaran data pada suatu kelompok data apakah sebaran data tersebut berdistribusi secara normal atau tidak. Pengujian normalitas distribusi data melalui software SPSS dengan ketentuan sebagai berikut (Patrício et al., 2017).

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

4) Uji T Berpasangan

Uji t berpasangan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah data yang diuji memiliki

hubungan nilai antara sampel berpasangan yang diuji. Pengujian ini bersifat hipotesis komparatif atau suatu pengujian yang dilakukan dengan membandingkan rata-rata sampel pada suatu populasi dengan populasi lainnya (Kim et al., 2018). Berikut adalah persamaan untuk uji t berpasangan:

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{S/\sqrt{n}} \qquad (7)$$

5) Hipotesa Penelitian

Adapun hipotesa dari penelitian ini, yaitu:

H0 : Tidak terdapat perbedaan antara data waktu kerja operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring real-time* pada *Oxygen Plant*.

H1 : Terdapat perbedaan antara data waktu kerja operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring real-time*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area Oxygen Plant Sebelum Implementasi

Pada penelitian ini, diperlukan data berupa waktu yang digunakan oleh operator untuk melakukan pencatatan data pada area *Oxygen Plant*. Berikut merupakan data-data waktu yang diambil sebanyak 30 kali pada *shift* siang selama beberapa hari.

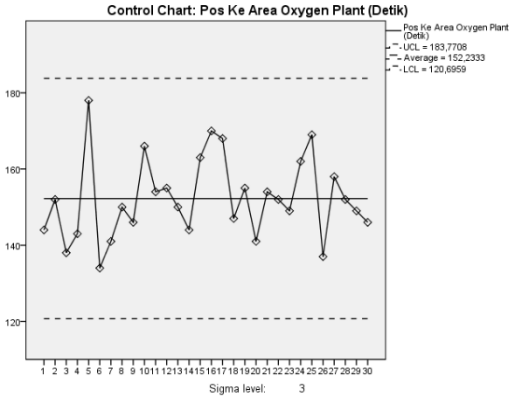
Tabel 2. Waktu proses pencatatan data di area

No	Tanggal	Pukul	Pos Ke Area *Oxygen Plant* (Detik)	Pengambilan Data *Oxygen Plant* (Detik)	Area *Oxygen Plant* 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-21	06.00	150	63	136
14	29-Mar-21	08.00	144	68	138
15	29-Mar-21	10.00	163	64	161
16	29-Mar-21	12.00	170	61	137
17	29-Mar-21	14.00	168	62	158
18	29-Mar-21	16.00	147	65	167
19	30-Mar-21	06.00	155	60	151
20	30-Mar-21	08.00	141	57	148
21	30-Mar-21	10.00	154	59	155
22	30-Mar-21	12.00	152	64	163
23	30-Mar-21	14.00	149	67	141
24	30-Mar-21	16.00	162	57	161
25	31-Mar-21	06.00	169	57	155
26	31-Mar-21	08.00	137	58	166
27	31-Mar-21	10.00	158	69	164
28	31-Mar-21	12.00	152	72	135
29	31-Mar-21	14.00	149	70	149
30	31-Mar-21	16.00	146	55	161
Total Waktu			4567	1898	4526
Rata-Rata			152.23	63.27	150.87

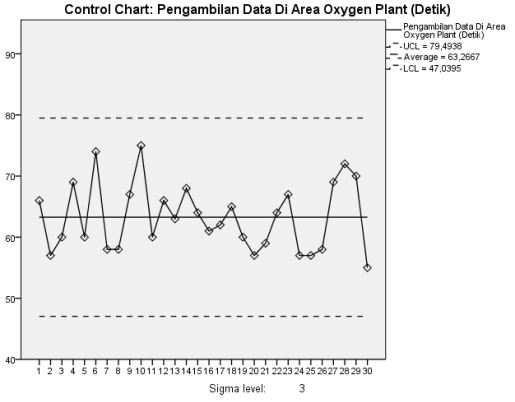
Dari data pada Tabel 2 diatas, dapat dilihat bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh operator untuk melakukan pencatatan data *Oxygen Plant* di area tersebut mulai dari perjalanan ke area *Oxygen Plant*, proses pencatatan data dan waktu kembali ke Pos adalah sebanyak ± 6,11 menit(152,23 detik + 63,27 detik + 150,87). Data-data yang telah dikumpulkan pada Tabel 2 diatas, kemudian dilakukan pengujian diantaranya:

1. Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*

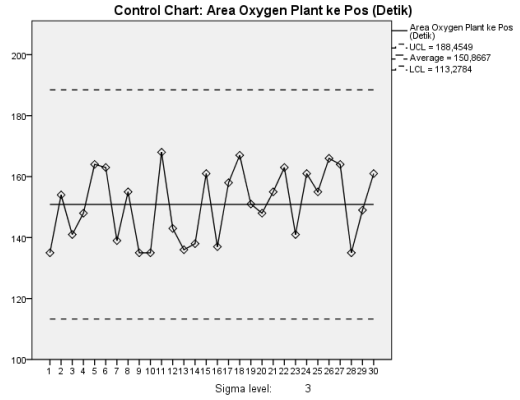
Dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah data telah seragam atau tidak. Data yang digunakan pada pengujian ini merupakan data pengamatan yang dikumpulkan pada Tabel 2. Perhitungan uji keseragaman data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant* ini dilakukan menggunakan *software* SPSS dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari Pos ke area *Oxygen Plant*



Gambar 3. Hasil uji keseragaman data waktu pencatatan data di area *Oxygen Plant*



Gambar 4. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari area *Oxygen Plant* ke Pos

Dari hasil uji keseragaman data pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 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.

2. 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 merupakan rekapitulasi hasil uji kecukupan data yang dihitung secara manual menggunakan persamaan diatas.

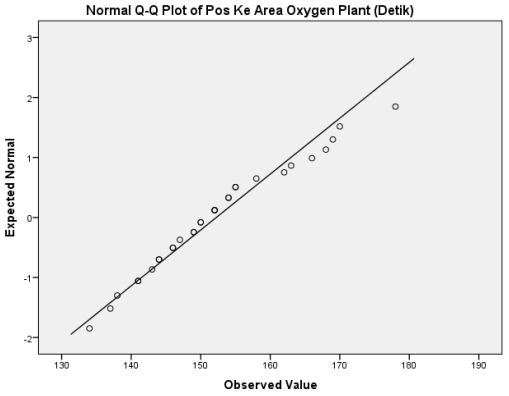
Tabel 3. Rekapitulasi hasil uji kecukupan data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant*

No.	Data	N	N'	Ket.
1	Pos - *Oxygen Plant*	30	7.69	Cukup
2	Pencatatan Data di Area *Oxygen Plant*	30	11.8	Cukup
3	*Oxygen Plant* - Pos	30	9.01	Cukup

Dari Tabel 3 diatas, didapatkan bahwa hasil dari perhitungan uji kecukupan data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant* adalah cukup untuk ketiga kelompok data tersebut.

3. 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.



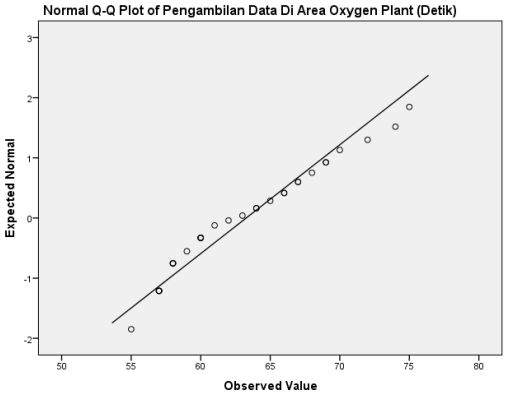
Gambar 5. Grafik hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari Pos ke area *Oxygen Plant*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pos Ke Area Oxygen Plant (Detik)	,132	30	,195	,966	30	,437

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 6. Tabel hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari Pos ke area *Oxygen Plant*



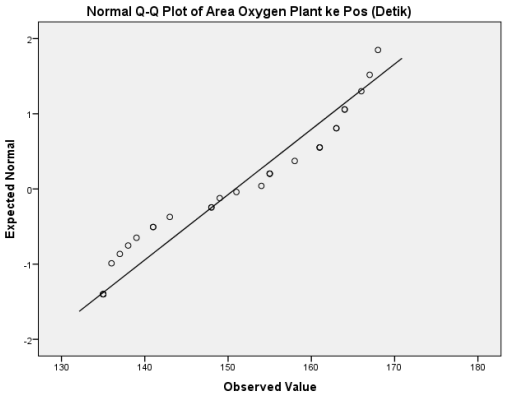
Gambar 7. Grafik hasil uji normalitas data waktu pencatatan data di area *Oxygen Plant*

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pengambilan Data Di Area Oxygen Plant (Detik)	,156	30	,060	,943	30	,108

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 8. Tabel hasil uji normalitas data waktu pencatatan data di area *Oxygen Plant*



Gambar 9. Grafik hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari area *Oxygen Plant* ke Pos

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Area Oxygen Plant ke Pos (Detik)	,144	30	,115	,903	30	,010

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 10. Tabel hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari area *Oxygen Plant* ke Pos

Dengan nilai α sebesar 0,05 maka dapat diputuskan bahwa data terdistribusi dengan normal apabila P-value lebih besar dari 0,05 (P-value>α). 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 4. Rekapitulasi hasil uji normalitas data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant*

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

Pada Tabel 4 di atas dapat dilihat bahwa hasil dari uji normalitas ketiga kelompok data adalah normal yang artinya data terdistribusi secara normal.

3.2. Data Waktu Peoses Pencatatan Data *Oxygen Plant* Setelah Penerapan Sistem *Monitoring Real-Time*

Penerapan sistem *monitoring real-time* pada *Oxygen Plant* memberikan perubahan bagi operator dimana lokasi pencatatan data dari area *Oxygen Plant* berpindah ke ruang *monitor* SCADA. Berikut adalah data hasil pengamatan pada operator yang mencatat data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring real-time*.

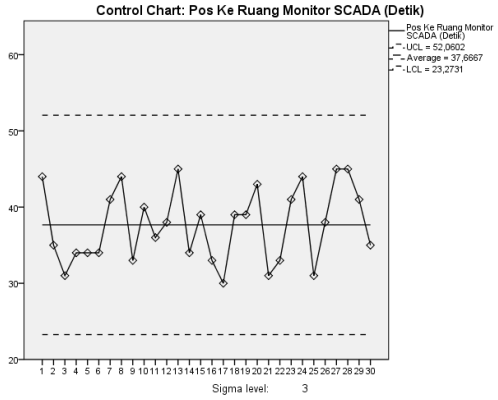
Tabel 5. Data waktu proses pencatatan data di ruang *monitor* SCADA

No	Tanggal	Pukul	Pos ke Ruang *Monitor* SCADA (Detik)	Pengambilan Data *Oxygen Plant* (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			37,67	37	37,40

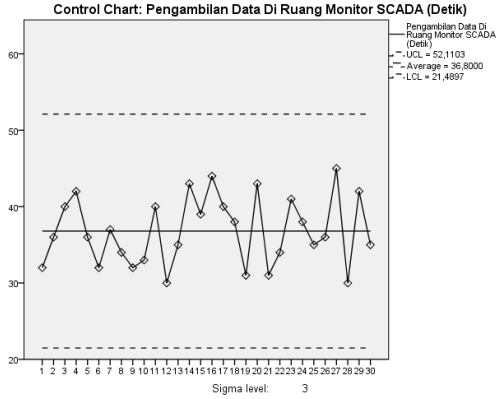
Dari data pada Tabel 5 diatas, dapat dilihat bahwa waktu rata-rata yang dibutuhkan oleh operator untuk melakukan pencatatan data *Oxygen Plant* di ruang *monitor* SCADA sebanyak ± 1,86 menit (37,67 detik + 37 detik + 37,40 detik).

1. Uji Keseragaman Data Waktu Proses Pencatatan Data *Oxygen Plant* Setelah Penerapan Sistem *Monitoring*

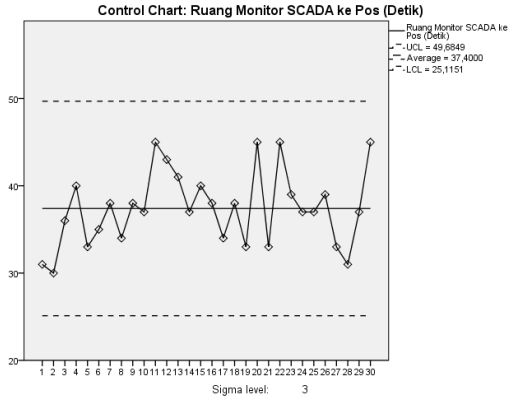
Berikut merupakan hasil uji keseragaman dari data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring real-time*.



Gambar 11. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari Pos ke ruang *monitor* SCADA



Gambar 12. Hasil uji keseragaman data waktu pencatatan data di ruang *monitor* SCADA



Gambar 13. Hasil uji keseragaman data waktu perjalanan dari ruang *monitor* SCADA ke Pos

Dari hasil uji keseragaman data pada Gambar 11, Gambar 12, dan Gambar 13 di atas terlihat bahwa persebaran data pada keseluruhan kelompok data adalah seragam dan tidak ada data yang di luar batas atas serta batas bawah data yang artinya data dapat digunakan untuk proses pengujian selanjutnya.

2. Uji Kecukupan Data Waktu Proses Pencatatan Data *Oxygen Plant* Setelah Penerapan Sistem *Monitoring* Real-Time

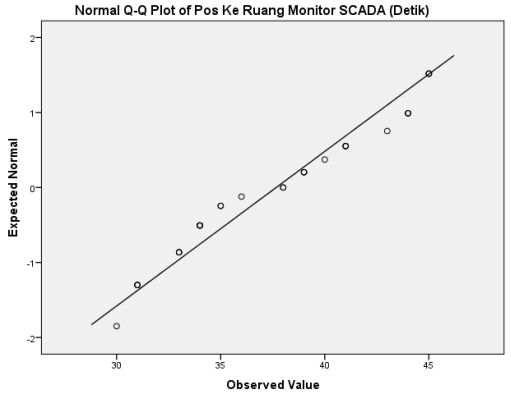
Berikut merupakan rekapitulasi hasil uji kecukupan data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring real-time*.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil uji kecukupan data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant*

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

Pada Tabel 6 di atas dapat dilihat bahwa hasil dari perhitungan uji kecukupan data waktu proses pencatatan data Oxygen *Plant* setelah penerapan sistem *monitoring real-time* adalah cukup untuk ketiga kelompok data tersebut.

3. Uji Normalitas Data Waktu Proses Pencatatan Data *Oxygen Plant* Setelah Penerapan sistem *Monitoring*



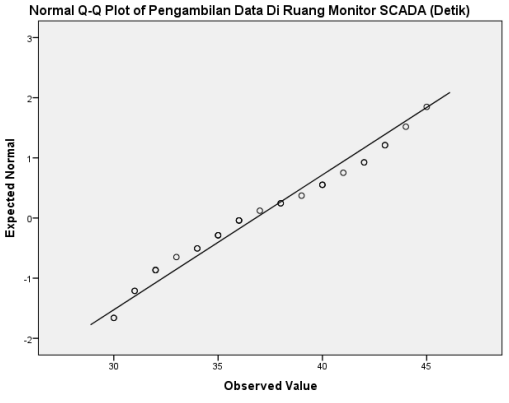
Gambar 14. Grafik hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari Pos ke ruang *monitor* SCADA

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pos Ke Ruang Monitor SCADA (Detik)	,142	30	,126	,927	30	,040

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 15. Tabel hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari Pos ke ruang *monitor* SCADA



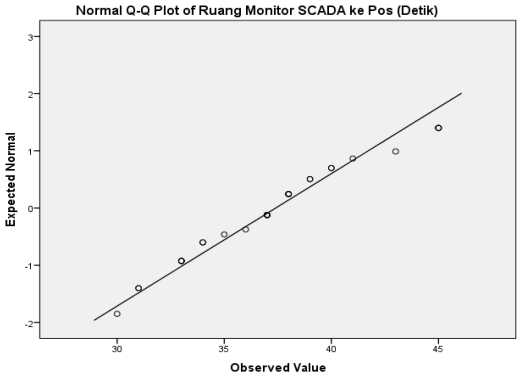
Gambar 16. Grafik hasil uji normalitas data waktu pencatatan data di ruang *monitor* SCADA

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pengambilan Data Di Ruang Monitor SCADA (Detik)	,105	30	.200*	,955	30	,225

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 17. Tabel hasil uji normalitas data waktu pencatatan data di ruang *monitor* SCADA



Gambar 18. Grafik hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari ruang *monitor* SCADA ke Pos

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ruang Monitor SCADA ke Pos (Detik)	,111	30	.200*	,946	30	,131

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 19. Tabel hasil uji normalitas data waktu perjalanan dari ruang *monitor* SCADA ke Pos

Dengan nilai α sebesar 0,05 maka dapat diputuskan bahwa data terdistribusi dengan normal apabila P-value lebih besar dari 0,05 (P-value>α). Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan uji normalitas data waktu proses pencatatan data *Oxygen Plant* setelah penerapan sistem *monitoring real-time*.

Tabel 6. Rekapitulasi hasil uji normalitas data waktu proses pencatatan data di area *Oxygen Plant*

No.	Data	P-Value	α	Hasil	Ket.
1.	Pos - Ruang *Monitor* SCADA	0,126	0,05	P-value>α	Normal
2.	Pengambilan Data di Ruang *Monitor* SCADA	0,2	0,05	P-value>α	Normal
3.	Ruang *Monitor* SCADA - Pos	0,2	0,05	P-value>α	Normal

Pada Tabel 6 di atas, dapat dilihat bahwa hasil uji normalitas pada ketiga kelompok data tersebut adalah normal yang artinya data terdistribusi secara normal.

3.3. Uji T Berpasangan Terhadap Waktu Proses Pencatatan Data Oxygen Plant Sebelum dan Sesudah Penerapan Sisten Monitoring Real-Time

Uji T Berpasangan ini dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan pada kedua jenis data yang dikumpulkan, yaitu data sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring real-time* pada *Oxygen Plant*. Dengan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan taraf nyata sebesar 5%, berikut pada **Gambar 20** adalah hasil perhitungan uji t berpasangan 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 20. Output uji t berpasangan di Software SPSS

Berikut adalah uraian dan rekapitulasi dari hasil pengujian.

a. 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 20 ditunjukkan bahwa nilai t untuk pasangan ini adalah sebesar 50,672.

b. 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 20 ditunjukkan bahwa nilai t untuk pasangan ini adalah sebesar 19,896.

c. 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 20 ditunjukkan bahwa nilai t 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 6. Rekapitulasi hasil analisis uji t dari data waktu pencatatan data

Pasangan ke-	T Hitung	T Tabel	Hasil	Ket.
1 Pos ke area *Oxygen Plant* - 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 *Oxygen Plant* - 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 *Oxygen Plant* 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 8 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 kelompok data tersebut. Artinya, h1 diterima dan terdapat perbedaan pada data waktu kerja operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring real-time Oxygen Plant.*

3.4. Time Saving

Dari data waktu kerja hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sebelum adanya penerapan sistem *monitoring Oxygen Plant* secara *real-time* pada 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 1,86 menit. Dari data-data waktu kerja sebelum dan sesudah penerapan tersebut kemudian dilakukan perhitungan dimana didapatkan *time saving* untuk operator adalah sebesar 4,25 menit (6,11 menit – 1,86 menit) atau 69.5%. 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 1530 menit atau selama 25,5 jam.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan waktu kerja operator saat pencatatan data parameter *Oxygen Plant* yang sebelumnya adalah rata-rata selama 6,11 menit dan setelah penerapan sistem *monitoring real-time* menjadi rata-rata selama 1,86 menit. Dari data waktu kerja yang didapatkan tersebut dapat disimpulkan bahwa penerapan sistem *monitoring real-time* pada *Oxygen Plant* memberikan *time saving* sebanyak 4,25 menit atau sebesar 69,5% bagi operator *Oxygen Plant*. Data waktu kerja yang didapatkan tersebut dibagi menjadi tiga pasangan kelompok, yaitu waktu perjalanan operator dari Pos ke area pencatatan data (area *Oxygen Plant* dan ruang *monitor* SCADA), waktu operator dalam melakukan pencatatan data parameter *Oxygen Plant*, dan waktu perjalanan operator dari area pencatatan data (area *Oxygen Plant* dan ruang *monitor* SCADA) ke Pos. Dengan tujuan area *Oxygen Plant* sebagai data sebelum dan tujuan ruang *monitor* SCADA sebagai data sesudah. Setelah ketiga pasangan kelompok data tersebut diuji dengan uji t berpasangan, didapatkan hasil yaitu sebesar 50,672 untuk pasangan pertama, 19,896 untuk pasangan kedua, dan 52,881. Dengan nilai t tabel adalah 2,04227, maka ketiga pasangan data tersebut dinyatakan menerima h1 dimana terdapat perbedaan pada data waktu kerja operator sebelum dan sesudah penerapan sistem *monitoring real-time Oxygen Plant.*

V. DAFTAR PUSTAKA

Advanced Capital Engineering. (2020). *Pressure Swing Adsorption Oxygen Generator Operation Manual Model : ACE-OP-100*.

Aminah, S. (2019). Karakterisasi Batuan Bijih Emas. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, *5*(2), 66. https://doi.org/10.34128/je.v5i2.81

Arham, L. O., Mufakhir, F. R., & Saputra, H. (2020). Studi Ekstraksi Bijih Emas Asal Pesawaran dengan Metode Pelindian Agitasi dalam Larutan Sianida. *Journal of Science and Applicative Technology*, *4*(2), 103. https://doi.org/10.35472/jsat.v4i2.365

Budiman, I., Sembiring, A. C., Tampubolon, J., Wahyuni, D., & Dharmala, A. (2019). Improving effectiveness and efficiency of assembly line with a stopwatch time study and balancing activity elements. *Journal of Physics: Conference Series*, *1230*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1230/1/012041Carlyn, G., Amran, M., Hanly, T. N., Siwu, F. D., Pembangunan, J. E., Ekonomi, F., Ratulangi, U. S., & Mesoino, G. C. (2020). *Sebelum Dan Sesudah Penerapan Sistem Pembayaran Pajak Online Berbasis E-Samsat Di Provinsi Sulawesi Utara*. *20*(02), 130–141.

Fathoni, D., & Runtuk, J. K. (2019). Pengurangan Waktu Proses Pembuatan Produk Cap (C1805-009): Suatu Pendekatan Simulasi. *JIE Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, *4*(1), 47. https://doi.org/10.33021/jie.v4i1.747

Ghassani, N., & Hilyah, A. (2017). *Efisiensi Time Saving Dalam Penerapan Pembayaran Transaksi*. *3*(April), 625–627.

Kim, H., Park, C., & Wang, M. (2018). *Paired t_test based on robustified statistics*.

Patrício, M., Ferreira, F., Oliveiros, B., & Caramelo, F. (2017). Comparing the performance of normality tests with ROC analysis and confidence intervals. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, *46*(10), 7535–7551. https://doi.org/10.1080/03610918.2016.1241410

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

Subekti, A. T., & Aras, A. F. (2019). Perancangan Tempat Tidur Bayi dan Lemari Multifungsi Ergonomis Menggunakan Produk Recycle Drum. *Jurnal Inovator*, *2*(2), 10–17. https://doi.org/10.37338/ji.v2i2.72

Widodo, L., Aritanti, S., & Aulia Kurniawan, F. (2018). *Perancangan Stasiun Kerja Ergonomis pada Stasiun Kerja CV. Karyamitra Lestari*. *6*(1), 29–34.