



Simulasi *Software* PLC Dan HMI SIEMENS TIA Portal Pada Proses Netralisasi pH Air Limbah

Sulaeman¹, Arief Darmawan², Rendri A. Siagian³, Suyanto⁴, Slamet Riyadi⁵, Riska Nur Wakidah⁶

Teknik Elektro, Universitas Kahuripan Kediri, Indonesia

Email: sulaeman@students.kahuripan.ac.id¹, arief.darmawan@students.kahuripan.ac.id²,

rendri.anggiat.siagian@student.kahuripan.ac.id³, suyanto@student.kahuripan.ac.id⁴,

slamet.riyadi@student.kahuripan.ac.id⁵, riskanurwakidah@kahuripan.ac.id⁶

Abstrak

Di era industri yang berkembang pesat saat ini, kegiatan industri semakin meningkat. Namun, pertumbuhan industri juga berdampak pada peningkatan jumlah dan kualitas limbah cair yang dihasilkan. Air limbah sering mengandung bahan kimia yang dapat mencemari lingkungan jika dibuang tanpa perlakuan yang tepat ke saluran air. Salah satu parameter krusial dalam air limbah industri adalah pH, yang merupakan indikator keasaman atau kebasaan suatu larutan. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 pH air limbah harus berada dalam rentang pH 6.0–9.0 sebelum dibuang ke saluran air, sehingga terdapat urgensi untuk melakukan netralisasi pH. Proses netralisasi pH bertujuan untuk menetralkan air limbah dengan nilai pH asam atau basa menjadi pH netral. Dalam mewujudkan efektivitas proses netralisasi pH air limbah dan mengurangi potensi kesalahan manusia dalam proses-nya integrasi teknologi otomatisasi menjadi penting. Sehingga dalam penelitian ini penggunaan PLC dan HMI pada proses netralisasi pH air limbah dapat diterapkan. Berdasarkan hasil pengujian saat kondisi start sistem pada *pH rendah* (pH <6.0), *pH in-range* (pH 6.0-9.0), *pH tinggi* (pH >9.0), kondisi alarm sistem, dan kondisi stop sistem dapat diketahui tingkat keberhasilan proses adalah 100% dan sistem proses bekerja sesuai dengan prinsip kerja.

Kata Kunci: Netralisasi pH Limbah, PLC, HMI, Kontrol

ABSTRACT

In today's rapidly developing industrial era, industrial activities are increasing. However, industrial growth also has an impact on increasing the quantity and quality of liquid waste produced. Wastewater often contains chemicals that can pollute the environment if discharged without proper treatment into waterways. One of the crucial parameters in industrial wastewater is pH, which is an indicator of the acidity or alkalinity of a solution. According to the Regulation of the Minister of Environment of the Republic of Indonesia Number 5 of 2014, the pH of waste water must be in the pH range of 6.0–9.0 before being discharged into waterways, so there is an urgency to carry out pH neutralization. The pH neutralization process aims to neutralize wastewater with an acidic or basic pH value to a neutral pH. In realizing the effectiveness of the wastewater pH neutralization process and reducing the potential for human error in the process, the integration of automation technology is important. So in this research the use of PLC and HMI in the wastewater pH neutralization process can be applied. Based on test results during system start conditions at low pH ($pH < 6.0$), pH in-range ($pH 6.0-9.0$), high pH ($pH > 9.0$), system alarm conditions, and system stop conditions, it can be seen that the process success rate is 100 % and the process system works according to the working principle.

Keywords: *Waste pH neutralization; PLC; HMI; Control*

A. PENDAHULUAN

Di era industri yang berkembang pesat saat ini, kegiatan industri semakin meningkat. Namun, pertumbuhan industri juga berdampak pada peningkatan jumlah dan kualitas limbah cair yang dihasilkan. Air limbah sering mengandung bahan kimia yang dapat mencemari lingkungan jika dibuang tanpa perlakuan yang tepat ke saluran air (Ervina, 2018). Beberapa sektor industri berpotensi menghasilkan air limbah dengan pH < 6.0 yang bersifat asam atau pH > 9.0 yang bersifat basa, larutan nilai pH rendah dinamakan "asam" sedangkan larutan dengan nilai pH tinggi dinamakan "basa". Skala nilai pH rentang dari 0 (asam kuat) sampai 14 (basa kuat), sedangkan pH 7.0 adalah pH netral (Nugraha, 2019).

Salah satu parameter krusial dalam air limbah industri adalah pH, yang merupakan indikator keasaman atau kebasaan suatu larutan. pH memainkan peran esensial terhadap ekosistem kehidupan biologi dalam

air, jika pH terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat merusak kehidupan mikro-organisme dalam air (Rahmadi, 2022).

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 pH air limbah harus berada dalam rentang pH 6.0–9.0 sebelum dibuang ke saluran air, sehingga terdapat urgensi untuk melakukan netralisasi pH (Permenlh RI, 2014). Proses netralisasi melibatkan reaksi asam dan basa akan menghasilkan garam dan air, proses ini bertujuan untuk menetralkan air limbah dengan nilai pH asam atau basa menjadi pH netral, proses netralisasi dilakukan dengan penambahan bahan kimia asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl) untuk menetralkan air limbah yang bersifat basa (*alkaline*), sedangkan bahan kimia sodium hidroksida (NaOH), soda ash ($NaHCO_3$), kapur tohor (CaO), $Ca(OH)_2$, $CaCO_3$ untuk menetralkan air limbah yang bersifat asam (*acid*) (Nugraha 2019).

Dalam mewujudkan efektivitas proses netralisasi pH air limbah, integrasi teknologi otomatisasi menjadi penting. PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah teknologi yang seringkali diterapkan, sementara HMI (*Human Machine Interface*) menjadi interaksi antarmuka antara manusia dan sistem otomatisasi. Penerapan otomatisasi modern melibatkan penggunaan PLC (*Programmable Logic Controller*) untuk mengendalikan proses operasional suatu sistem. Integrasi dengan HMI (*Human Machine Interface*) memungkinkan pengontrolan proses ini dilakukan melalui tampilan monitor atau bahkan *smartphone* dengan visualisasi yang menarik (yuhendri, 2018). HMI (*Human Machine Interface*) merupakan interaksi perangkat lunak antara instrumen mekanis atau fasilitas industri dengan operator atau observator (Prasetyo, 2021). Secara tipikal, HMI dikomposisikan oleh satu unit komputer sentral atau

beberapa unit komputer yang terdistribusi yang memiliki fungsi untuk mengawasi serta mengendalikan instrumen, fasilitas, atau prosedur operasional dalam suatu entitas produksi (Prasetyo, 2021). Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, integrasi PLC dan HMI telah menjadi elemen yang mendasar dalam desain mesin produksi (SIEMENS AG Digital Industries, 2023 ; SIEMENS AG Division Digital Factories, 2015) .

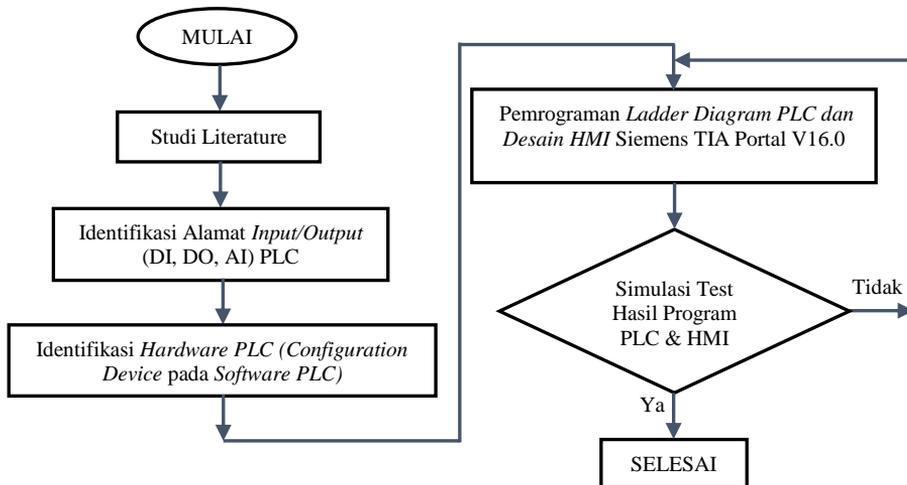
Sehingga dalam penelitian ini penggunaan PLC dan HMI pada proses netralisasi pH air limbah dapat diterapkan, dengan tujuan penggunaan PLC dan HMI secara otomatis dapat mengontrol katup pneumatik (*pneumatic valve*), mengontrol pompa netralisasi (*neutralizer pump*), pompa dosis kimia (*dosing pump*) berdasarkan nilai pH yang diukur oleh sensor pH dan mengontrol level ketinggian air sehingga pompa-pompa terlindungi dari kerusakan, menyajikan pembacaan pH dan info alarm pada HMI, sehingga memaksimalkan efisiensi dan mengurangi potensi kesalahan manusia dalam proses-nya.

B. METODE

1. Metode Penelitian

Metode yang digunakan untuk membuat alat ini yaitu menggunakan metode penelitian eksperimen melalui perangkat lunak (*software*) PLC dan HMI “Siemens TIA Portal (*Totally Integrated Automation*)” yakni suatu perangkat lunak (*software*) yang terintegrasi lengkap antara PLC dan HMI dalam satu perangkat lunak (*software*).

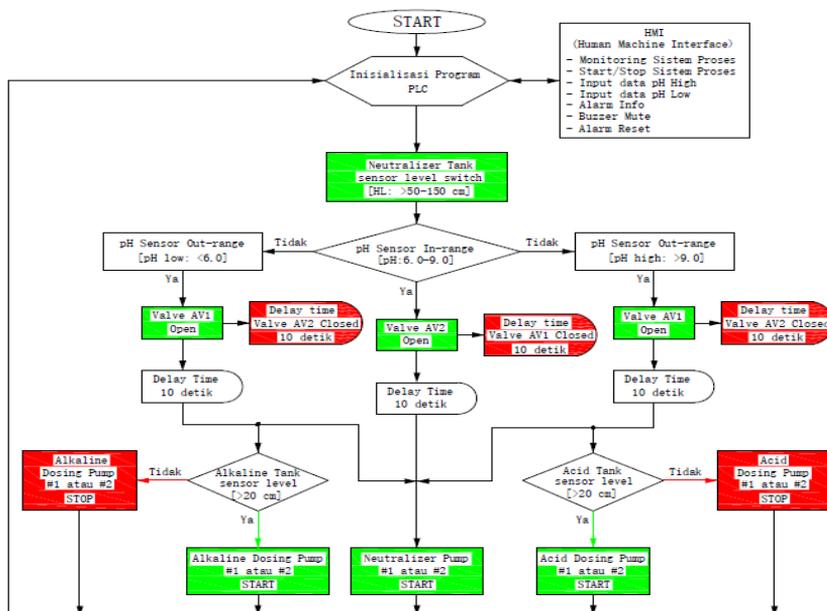
Diagram alir proses Rancangan penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Penelitian dimulai dengan studi literature untuk mencari referensi terkait dengan penelitian yang dilakukan. Setelah parameter penelitian dan referensi didapatkan, maka dilanjut dengan identifikasi alamat input dan output pada PLC. Alamat-alamat yang akan digunakan sebagai kontroler maupun aktuator pada penelitian. Dan dilanjutkan dengan identifikasi Hardware dan konektifitasnya. Setelah semua selesai, maka pemrograman dengan ladder diagram dapat dimulai sesuai dengan desain penelitian dan selanjutnya adalah pengambilan dan analisis data. Prinsip kerja sistem netralisasi pH dapat dilihat pada Gambar 2.

Bahwa ketika pH kurang dari 6.0 maka alkaline tank akan On untuk melakukan netralisasi, dan sebaliknya ketika pH tinggi (>9.0) maka Acid tank yang akan menyala. Selain itu, pada sistem juga terpasang alarm sebagai pengirim notifikasi sistem tidak bekerja sesuai dengan semestinya.

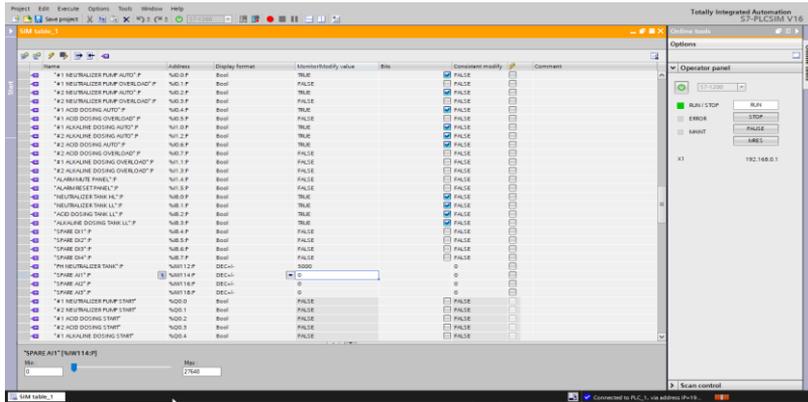


Gambar 2. Diagram Alir Prinsip Kerja Proses Netralisasi pH Air Limbah Kondisi Start Sistem

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

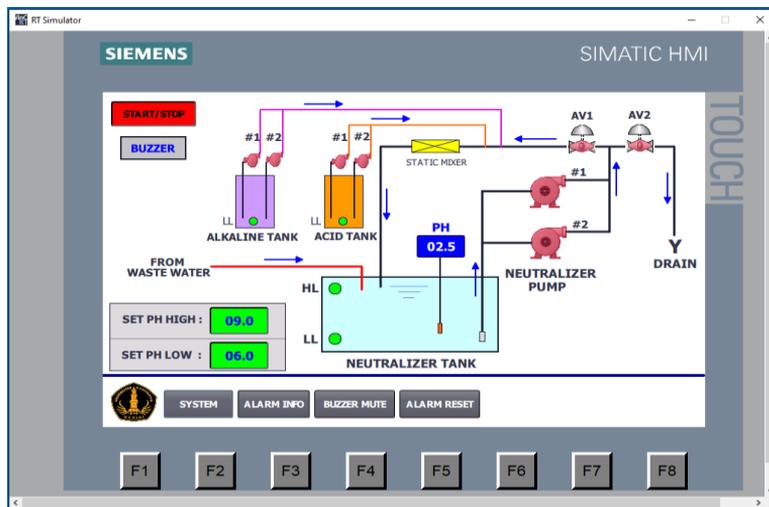
1. Pengujian Sistem Proses Pada PLC Simulator dan Simatic HMI Simulator

Pada pembahasan ini adalah pengujian alat yang telah dirancang dan direalisasikan serta melakukan analisis dari hasil pengujian yang telah dilakukan. Dalam pengujian ini terdapat beberapa kondisi pengujian dengan menggunakan software PLC Simulator untuk mensimulasikan operasi dari PLC (*Programmable Logic Controller*) yang telah diprogram sesuai prinsip kerja proses sehingga dapat menguji dan memvalidasi program PLC tanpa perlu perangkat keras fisik (*Hardware*) seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Tampilan PLC Simulator Siemens TIA Portal

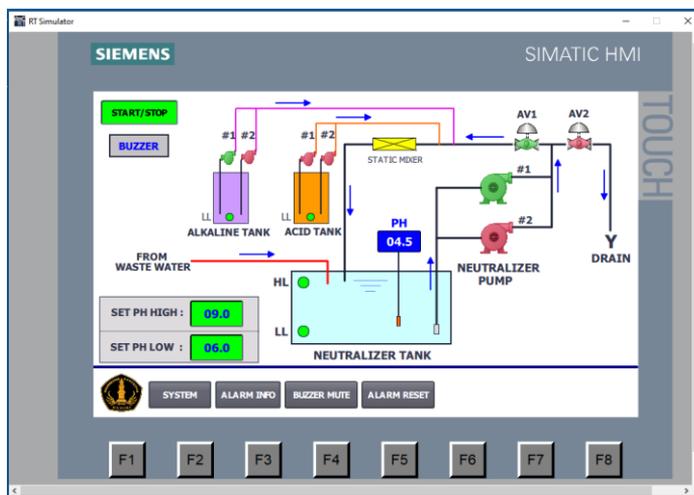
Sedangkan Simatic HMI RT Simulator untuk mengontrol aplikasi HMI dalam lingkungan virtual tanpa memerlukan perangkat keras HMI yang sebenarnya (*Hardware*), sehingga dapat memvisualisasikan dan memantau proses otomatisasi serta berinteraksi dengan sistem kontrol PLC dalam mode simulasi seperti dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Simatic HMI RT Simulator TIA Portal

2. Hasil Pengujian Kondisi pH rendah (pH Low <6.0)

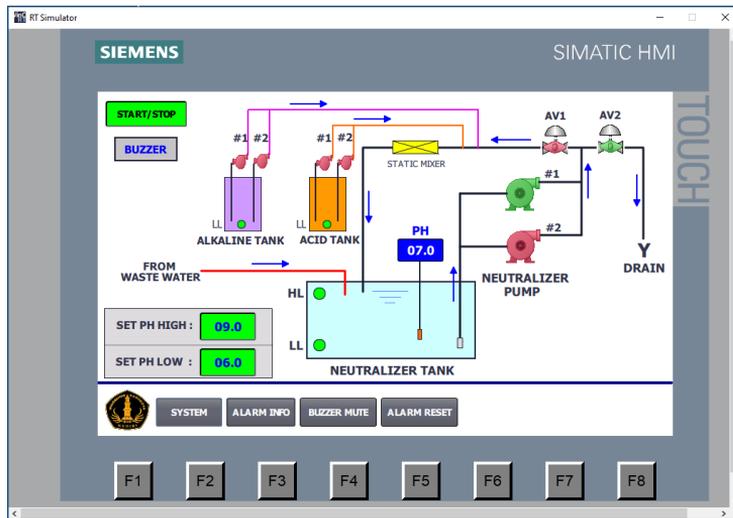
Berdasarkan hasil pengujian sistem proses kondisi pH rendah: <6.0 dapat diketahui bahwa kondisi ini sesuai dengan prinsip kerja berdasarkan persyaratan input yang diberikan, sehingga output yang dihasilkan sesuai dengan prinsip kerja proses. Dapat dilihat pada Gambar 5, ketika pH kurang dari 6.0 maka alkaline tank On untuk melakukan netralisasi dan netralizer On untuk melakukan mixer.



Gambar 5. Simulasi Sistem Proses Kondisi pH Rendah (pH low: <6.0)

3. Hasil Pengujian Kondisi pH In-Range (pH: 6.0-9.0)

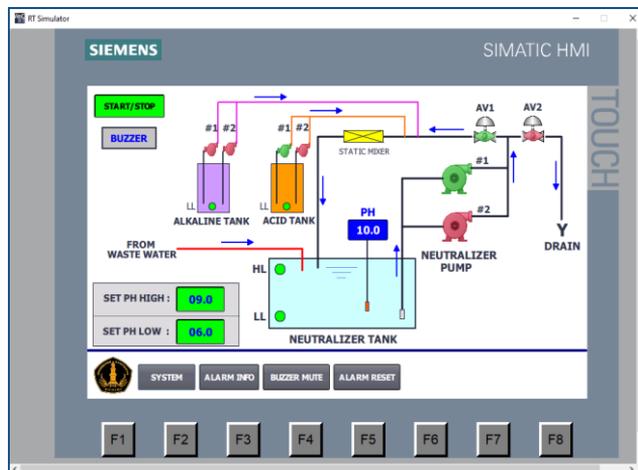
Berdasarkan hasil pengujian sistem proses kondisi pH *in-range*: 6.0–9.0 dapat diketahui bahwa kondisi ini sesuai dengan prinsip kerja berdasarkan persyaratan input yang diberikan, sehingga output yang dihasilkan sesuai dengan prinsip kerja proses. Dapat dilihat pada Gambar 6, bahwa ketika pH netral (6.0 -9.0) maka netralizer pump dan drain pump On.



Gambar 6. Simulasi Sistem Proses Kondisi pH *In-range* (pH: 6.0-9.0)

4. Hasil Pengujian Kondisi pH Tinggi (pH High: >9.0)

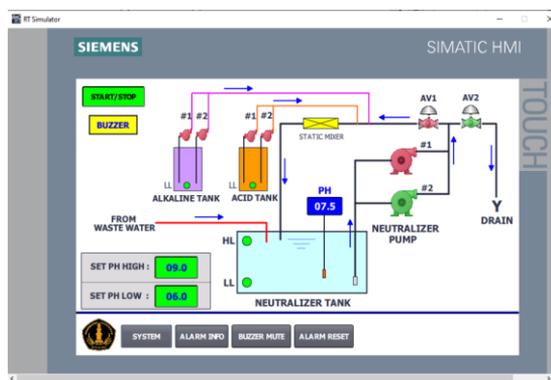
Berdasarkan hasil pengujian sistem proses kondisi pH tinggi: >9.0 dapat diketahui pada Gambar 7 Acid Tank On untuk melakukan penetralsiasian Ph, dan netralizer Pum On untuk melakukan mixer.



Gambar 7. Simulasi Sistem Proses Kondisi pH Tinggi (pH High: >9.0)

5. Hasil Pengujian Kondisi Alarm Sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem proses kondisi alarm sistem dapat diketahui bahwa ketika neutralizer pump #1 tidak bekerja sesuai fungsinya, maka alarm On dan Neutralizer pump #2 ON. Dapat dilihat pada Gambar 8, ketika kondisi pH netral maka Neutralizer Tank #1 seharusnya On. Dan dapat dilihat pula pada Gambar 9, alarm juga akan On pada kondisi-kondisi yang telah ditentukan (Fault Pump, Low level, dll).



Gambar 8. Simulasi Sistem Proses Kondisi Alarm Sistem

No.	Time	Date	Text
1	1:52:12 PM	6/23/2023	#1 NEUTRALIZER PUMP FAULT ALARM
1	1:54:51 PM	6/23/2023	NEUTRALIZER TANK LOW LEVEL ALARM
3	1:47:49 PM	6/23/2023	ALKALINE TANK LOW LEVEL ALARM
11	1:46:54 PM	6/23/2023	NEUTRALIZER PH LOW ALARM
2	1:08:55 PM	6/23/2023	ACID TANK LOW LEVEL ALARM
10	1:05:53 PM	6/23/2023	NEUTRALIZER PH HIGH ALARM

Gambar 9. Simulasi Sistem Proses Kondisi Alarm Info: #1 Neutralizer Pump Fault Alarm

D. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian pada masing-masing bagian yaitu kondisi start sistem pada *pH rendah* ($\text{pH} < 6.0$), *pH In-range* ($\text{pH} 6.0-9.0$), *pH tinggi* ($\text{pH} > 9.0$), kondisi alarm sistem, dan kondisi stop sistem dapat diketahui tingkat keberhasilan proses adalah 100% dan sistem proses bekerja sesuai dengan prinsip kerja. Sedangkan hasil simulasi pengujian pada HMI dapat diketahui bahwa kinerja HMI yang direncanakan sesuai dengan harapan yaitu dengan tingkat keberhasilan 100%. Hal tersebut dapat dilihat dari kinerja HMI yang dapat menampilkan dan menerima input dari PLC.

Pada saat implementasi sistem dengan menggunakan perangkat yang sesungguhnya, harus dilakukan verifikasi atau kalibrasi terhadap keakuratan sensor pH sehingga hasil yang diharapkan lebih presisi dan akurat. Serta dilakukan pemisahan saluran kabel sensor pH dengan kabel motor listrik 3 fasa agar tidak terkendala interferensi induksi elektromagnetik yang akan mengganggu kinerja pembacaan pH dan sistem kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

Ervina. Balai Besar Kimia dan Kemasan. 2018. *Pengolahan Limbah Cair Pada Industri dan Permasalahannya*. <http://bbkk.kemenperin.go.id/page/bacaartikel.php?id=eU3YJpVUFHOH2TRZcW3POF5OTx-UfuvlPdN2-IEPIT0>, (diakses 11 Oktober 2023).

Nugraha, YWN., Setiono. 2019. *Disain Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri PT. Natura Perisa Aroma Lampung*. Jurnal Air Indonesia Vol.11, No.2, September 2019, 60-78 : Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT.

Permenlh RI, 2014, Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup RI No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

Prasetyo, Y., Hidayatullah, N. A., & Artono, B. (2021, March). Power factor correction using programmable logic control based rotary method. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1845, No. 1, p. 012045). IOP Publishing.

Rahmadi, A. Sari, NM., Indriyani, E. 2022. *Buku Ajar Pemanfaatan Limbah Industri*. Cetakan pertama, ISBN: 978-623-5774-08-4. Banjarbaru: CV. Banyubening Cipta Sejahtera.

SIEMENS AG Digital Industries. 2023. *Human Machine Interface Systems/PC-based Automation, Catalog ST80/STPC*. Copyright © Siemens AG 2023.

SIEMENS AG Division Digital Factories. 2015. *SIMATIC S7-1200 Easy Book Manual, 01/2015, A5E02486774-AG*. Copyright © Siemens AG 2015.

Yuhendri, “Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Otomatis,” *J. Electr. Technol.*, vol. 3, no. 3, hal. 121–127, 2018.