

PENGEMBANGAN SISTEM CHLORINATOR UNTUK DISTRIBUSI AIR BERSIH DI GEDUNG STASIUN POMPA BANDARA INTERNASIONAL SOEKARNO-HATTA

Muhammad Indra Rusidi

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sangga
Buana, Jl. PHH. Mustofa No. 68, Bandung 40124

Abstrak

Klorin merupakan zat kimia yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Di Bandara Internasional Soekarno Hatta, chlorinator digunakan untuk menjaga konsistensi mutu air bersih yang digunakan oleh penumpang dan pekerja bandara. Chlorinator adalah alat yang mengolah larutan klorin (campuran air dan klorin) untuk kemudian diinjeksi ke dalam air bersih yang didistribusikan ke seluruh bangunan di bandara. Saat ini, chlorinator di gedung Pumping Station Bandara Internasional Soekarno Hatta masih beroperasi secara manual, di mana teknisi harus menuangkan klorin ke dalam tangki chlorinator dan mengaduknya secara manual menggunakan gayung atau alat seadanya. Untuk melindungi teknisi dari paparan klorin dan meningkatkan kualitas air bersih, perlu dilakukan evaluasi dan modifikasi sistem chlorinator. Modifikasi ini dirancang dengan menambahkan sistem otomatis yang dikontrol oleh Programmable Logic Control (PLC) tipe FX1s-20MR. PLC yang telah diprogram akan mengatur selenoid valve dan pompa air untuk mencampur larutan klorin dengan air dalam tangki chlorinator. Dengan tambahan penggunaan Float Level Switch sebagai sensor, takaran air dan klorin dapat diatur secara optimal, sehingga kualitas air bersih yang didistribusikan ke terminal dan bangunan di bandara dapat ditingkatkan.

Kata kunci: Chlorinator, Klorin, PLC, disinfeksi, air bersih bandara

Abstract

[Development Of A Chlorinator System For Clean Water Distribution At The Soekarno- Hatta International Airport Pumping Station Building] Chlorine is a chemical substance that can have a negative impact on human health and the environment. At Soekarno Hatta International Airport, chlorinators are used to maintain the consistency of clean water quality used by passengers and airport workers. Chlorinator is a device that treats chlorine solution (a mixture of water and chlorine) to be injected into clean water distributed to all buildings at the airport. Currently, the chlorinator in the Soekarno Hatta International Airport Pumping Station building still operates manually, where technicians must pour chlorine into the chlorinator tank and stir it manually using a dipper or makeshift tools. To protect technicians from chlorine exposure and improve clean water quality, it is necessary to evaluate and modify the chlorinator system. This modification is designed by adding an automatic system controlled by a Programmable Logic Control (PLC) type FX1s-20MR. The programmed PLC will adjust the selenoid valve and water pump to mix the chlorine solution with water in the chlorinator tank. With the additional use of Float Level Switch as a sensor, the dosage of water and chlorine can be adjusted optimally, so that the quality of clean water distributed to terminals and buildings at the airport can be improved.

Keywords: Chlorinator, Chlorine, PLC, disinfection, airport clean water

1. Pendahuluan

Air bersih merupakan kebutuhan penting bagi manusia, termasuk bagi penumpang dan

pengunjung Bandara Internasional Soekarno-Hatta. Untuk memastikan kualitas air bersih yang laik pakai, Bandara Internasional Soekarno-Hatta menggunakan sistem klorinasi. Klorinasi merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Saat ini PDAM sendiri sudah melakukan klorinasi sebelum air bersih didistribusikan

*Penulis Korespondensi.
E-mail: indrarusidiarlyn@gmail.com

Pengembangan Sistem *Chlorinator* untuk Distribusi Air Bersih di Gedung Stasiun Pompa Bandara Internasional Soekarno-Hatta

ke bandara. Namun dikarenakan jarak pipa distribusi yang cukup jauh maka terjadi nya losses/kekurangan kandungan klorin pada air bersih yang diterima bandara. Kemudian mengingat jarak- jarak gedung di wilayah bandara yang cukup jauh dibutuhkan penambahan kandungan klorin guna tetap menjaga standar klorin yang telah ditentukan sesuai dengan SNI 06-4824-1998 bahwa kandungan klorin bebas dalam air tidak melebihi 4,0 mg/l dan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum bahwa kadar maksimum klorin yang diperbolehkan dalam air minum adalah 5 mg/l sesuai pada Tabel. (429/MENKES/PER/IV/2010 Peraturan Menteri Kesehatan, 2022; SNI (Standar Nasional Indonesia), 2023).

Tabel 1. Persyaratan Kualitas Air Minum

Desinfektan dan Hasil Sampingnya		
Desinfektan		
Chlorine	mg/l	5
Hasil sampingan		
Bromate	mg/l	0,01
Chlorate	mg/l	0,7
Chlorite	mg/l	0,7
Chlorophenols		
2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TPC)	mg/l	0,2
Bromoform	mg/l	0,1
Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
Chloroform	mg/l	0,3

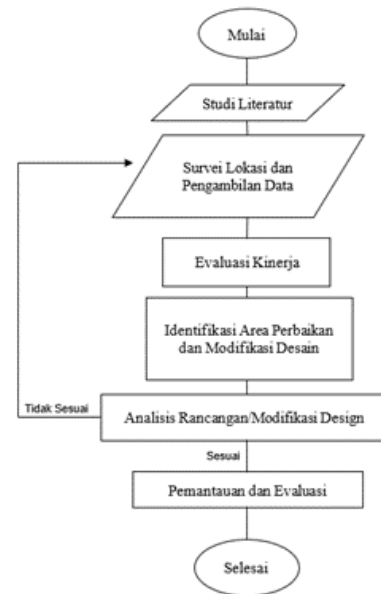
(Sumber : Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010)

Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi chlorinator dengan menggunakan sistem otomatis pada proses pengoperasiannya. Modifikasi chlorinator ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas air bersih agar laik pakai oleh penumpang dan pengunjung bandara.

2. Metode

Metode Penelitian dilakukan dengan mengikuti Gambar 1 Diagram Alur.

Pengerjaan ini dimulai dengan studi literatur untuk memahami prinsip, praktik terbaik dan peraturan terkait. sistem chlorinator modern terus memainkan peran penting dalam menjaga lingkungan akuatik yang sehat di seluruh dunia. Tinjauan ini akan memberikan landasan teoritis dan wawasan ke dalam pengetahuan dan teknik yang ada dalam pengolahan air dan disinfeksi.



Gambar 1. Diagram Alur

Survei lokasi dan pengumpulan data melibatkan pengumpulan informasi tentang sistem chlorinator saat ini, termasuk konfigurasinya, parameter operasional, dan data kinerja. Pengumpulan data juga akan mencakup pengukuran kualitas air, seperti kadar residu klorin dan analisis mikroba, untuk menilai efektivitas sistem yang ada. Berdasarkan data tersebut maka akan dievaluasi. Berdasarkan evaluasi kinerja, area perbaikan potensial akan diidentifikasi. Ini mungkin termasuk masalah yang berkaitan dengan desain sistem, operasi, pemeliharaan, atau keselamatan. Faktor-faktor seperti sistem kontrol, kebutuhan klorin, dan keandalan sistem akan dipertimbangkan selama tahap ini.

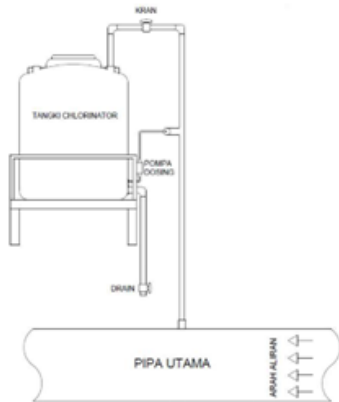
3. Hasil dan Pembahasan Modifikasi Sistem Chlorinator

Modifikasi sistem Chlorinator distribusi air di gedung stasiun pompa Bandara Internasional Soekarno-Hatta bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses klorinasi untuk menjamin penyediaan air bersih dan aman untuk fasilitas bandara

Sistem Chlorinator Eksisting

Kondisi saat ini pengisian klorin pada sistem Chlorinator di Bandara Internasional Soekarno Hatta masih dilakukan dengan cara manual yaitu menggunakan tenaga manusia untuk proses pencampuran dan pengadukan klorin pada tangki Chlorinator. Air bersih didapatkan dari PDAM menuju Gedung Pumping Station kemudian ditampung di dalam bak reservoir dengan kapasitas 4000 m3. Sebelum didistribusikan ke terminal maupun gedung-gedung lainnya air bersih akan melewati pipa utama untuk di injeksi klorin yang berasal dari tabung Chlorinator guna tetap menjaga konsistensi kadar klorin sesuai dengan ketentuan Kementerian Kesehatan. Sistem Chlorinator existing ditunjukkan pada Gambar 2.

Pengembangan Sistem *Chlorinator* untuk Distribusi Air Bersih di Gedung Stasiun Pompa Bandara Internasional Soekarno-Hatta

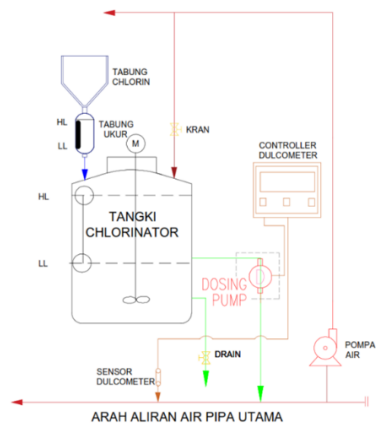


Gambar 2. Sistem Chlorinator Existing

Tabung Chlorinator yang tersedia saat ini memiliki kapasitas 500 liter yang hanya terdiri dari rangkaian tanki penampung dan dosing pump yang telah ditentukan komposisi penggunaannya. Dalam pengolahannya tabung Chlorinator masih menggunakan sistem manual.

Sistem Chlorinator yang Diinginkan

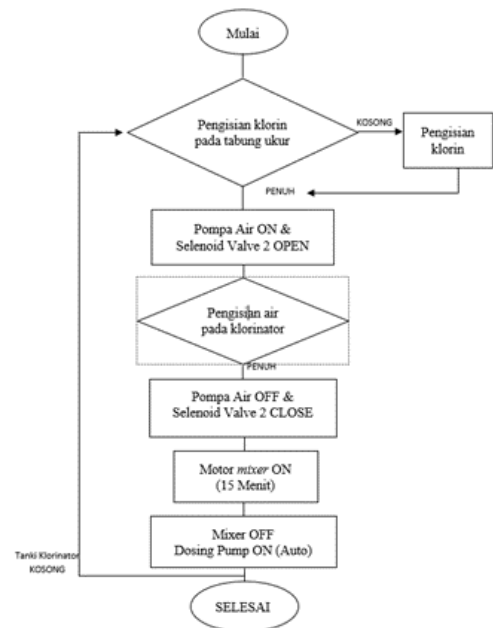
Modifikasi Chlorinator diinginkan memiliki sistem seperti pada Gambar 3. rancangan modifikasi Chlorinator ini tentu dengan adanya penambahan beberapa alat dan sistem berupa penambahan pompa air, tabung klorin, tabung perantara, sistem kontrol otomatis (PLC), solenoid valve dan sensor pelampung yang umum digunakan pada sistem air bersih di lingkungan masyarakat sekitar.



Gambar 3. Sistem Chlorinator yang Diinginkan

Cara kerja rancangan modifikasi tabung Chlorinator menggunakan PLC seperti pada Gambar 4. Rancangan modifikasi tanki Chlorinator yaitu menggunakan skema 2 (dua) tanki Chlorinator dengan sistem kerja secara bergantian. Kelebihan dari penggunaan 2 (dua) sistem tanki Chlorinator dimaksud guna tidak adanya kekosongan klorinasi pada sistem distribusi air pada saat proses pengisian tanki Chlorinator serta bisa digunakan sebagai cadangan/back up ketika salah satu sistem tanki Chlorinator sedang dilakukan perawatan dan perbaikan. Rancangan ini sangat berbeda dengan kondisi sistem Chlorinator existing yaitu hanya menggunakan 1 (satu) tanki saja. Yang masing-masing

tanki menggunakan float switch dengan dua Batasan untuk mengukur dan menentukan batas bawah dan batas atas tanki.



Gambar 4. Flow Chart Alur Pengisian Chlorinator

Penjelasan langkah-langkah sistem chlorinator sebagai berikut:

1. Saat satu tanki chlorinator bekerja, tanki yang kosong diisi ketika campuran klorin dan air mencapai batas bawah. Float switch mengirim sinyal ke PLC untuk membuka solenoid valve 1 dan mengisi klorin sebanyak 2,5 liter ke tabung ukur. Setelah terisi, solenoid valve 1 tertutup kembali.
2. Ketika air berkurang hingga 250 liter, Float Switch memberi sinyal ke PLC untuk mengaktifkan Pompa Air dan membuka Selenoid Valve 2 untuk mengisi air dan klorin sebanyak 2,5 liter ke tanki chlorinator.
3. Saat permukaan air mencapai sensor batas atas, PLC memerintahkan berhenti Pompa Air, menutup Selenoid Valve 2, dan membuka Selenoid Valve 1 untuk mengisi klorin ke tabung ukur.
4. Bersamaan dengan berhentinya Pompa Air, PLC memerintahkan motor mixer selama 15 menit melalui timer. Setelah itu, Chlorinator siap didistribusikan menggunakan Controller Dulcometer/Dosing Pump sesuai kebutuhan.

Sistem Katrol Otomatis

Sistem Katrol Otomatis ini menggunakan PLC dengan tipe PLC FX1s – 20MR. Tabel 2 merupakan spesifikasi dari PLC tersebut. Bahasa program yang digunakan adalah Ladder Diagram. Pada rancangan ladder diagram ini, dibutuhkan

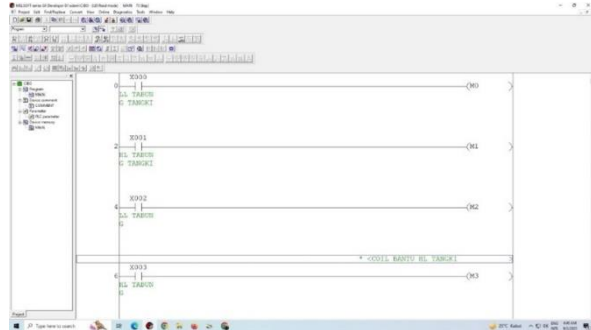
Pengembangan Sistem *Chlorinator* untuk Distribusi Air Bersih di Gedung Stasiun Pompa Bandara Internasional Soekarno-Hatta

software/aplikasi khusus untuk pembuatannya. Dimana biasanya software/aplikasi pembuat ladder diagram tersebut dapat mensimulasikan cara kerja sistem yang telah dirancang sebagai uji coba rancangan ladder diagram dimaksud.

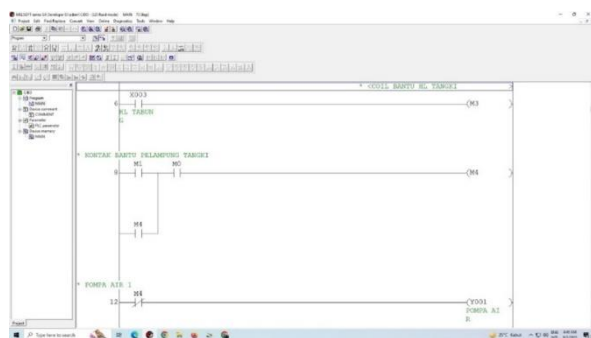
Tabel 2. Spesifikasi PLC

No	Nama Alat	Spesifikasi
1	PLC MITSUBISHI	MELSEC FX1s-20MR
2	Push Button	24v DC Cover Hitam
3	Lampu Indikator	12v DC Cover Hitam
4	Tombol Reset	Ad 16-22 DC 24 Volt
5	Tabel Penghantar	2.10.23.30.01.0.12 300V IMS
6	Saklar Panel Auto Dan Manual	3 A, 125 V AC
7	Control Box	Acrilik
8	Kabel Pemograman	Diatrend Corp. USB RS
9	Software	MELSOFT series GX Developer
10	Relay	OMRON MY4N

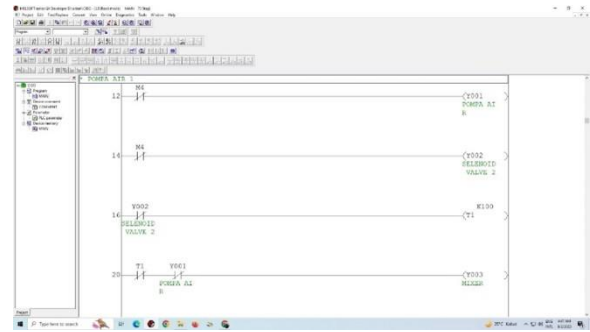
Pada Gambar 5 sampai Gambar 9, merupakan Bahasa Ladder Diagram yang digunakan ke dalam sistem.



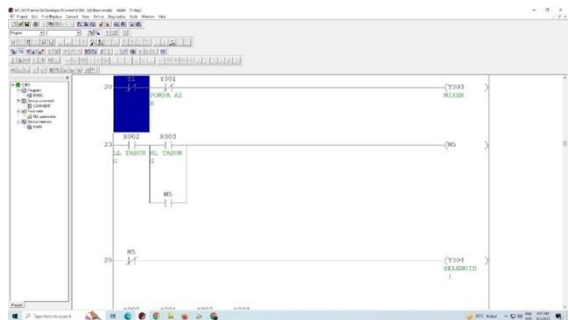
Gambar 5. Ladder Diagram Tampilan Pertama



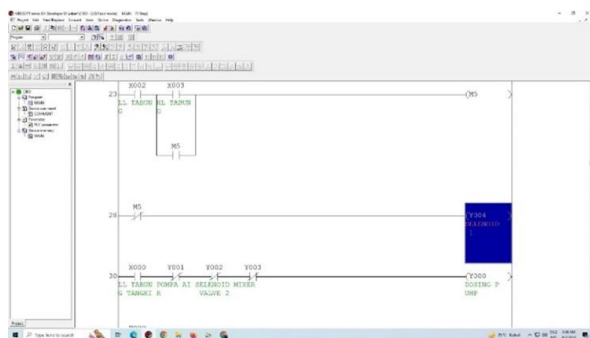
Gambar 6. Ladder Diagram Tampilan Kedua



Gambar 7. Ladder Diagram Tampilan Ketiga



Gambar 8. Ladder Diagram Tampilan keempat



Gambar 9. Ladder Diagram Tampilan kelima

Controller Dulcometer & Dosing Pump

Pada rancangan modifikasi sistem chlorinator ini controller dulcometer akan dihubungkan dengan PLC. Mulai bekerjanya controller dulcometer ini setelah mendapat input dari PLC untuk selanjutnya memerintahkan dosing pump untuk bekerja sesuai dengan pembacaan kandungan klor pada pipa yang telah diinjeksi klorin. Pada controller dulcometer ini terdapat microcontroller yang telah dipasang menjadi satu kesatuan pada unit controller dulcometer.

Pembacaan kandungan klor oleh sensor yang telah terhubung Controller Dulcometer diatur dengan batas atas/maksimal yaitu 1 mg/l atau 1 ppm. Sehingga apabila sensor membaca kandungan klor lebih dari 1 mg/l atau 1 ppm controller dulcometer akan memerintahkan dosing pump untuk berhenti bekerja (OFF), begitupun sebaliknya apabila sensor membaca kandungan klor di bawah 1 mg/l atau 1 ppm controller dulcometer akan memerintahkan dosing pump untuk bekerja (ON).

Pengembangan Sistem *Chlorinator* untuk Distribusi Air Bersih di Gedung Stasiun Pompa Bandara Internasional Soekarno-Hatta

Guna mendapatkan konsentrasi larutan klorin tersebut dapat menggunakan perhitungan sebagai berikut:

Sebagai contoh, perhitungan rancangan ini menggunakan klorin 75%, sehingga untuk mendapatkan konsentrasi larutan 1% pada 1 liter air, maka dapat menggunakan rumus:

$$C1.V1+C2.V2=C3.V3$$

Dimana C1.V1 di Umpamakan konsentrasi larutan klorin 75% dan C2.V2 diumpamakan kebutuhan air untuk campuran.

$$C1.V1+C2.V2=C3.V3$$

$$C1.V1+0.V2=C3.V3$$

$$C1.V1=C3.V3$$

$$V1=(C3.V3)/C1$$

$$V1=((1\%).(1000\text{ml}))/((75\%))$$

$$V1=13,33 \text{ ml}$$

Sehingga untuk menghitung V2, yaitu:

$$V2=V3-V1$$

$$V2=1000-13,33$$

$$V2=986,7 \text{ ml}$$

Maka dibutuhkan pencampuran 13,3 ml larutan kaporit cair dengan 986,6 ml air. Setelah didapatkan larutan klorin 1% maka liter selanjutnya dapat dihitung kebutuhan larutan klorin 1% untuk tanki Chlorinator.

2.Perhitungan larutan klorin 1% pada tanki Chlorinator dapat dihitung sebagaimana berikut:

Volume tanki Chlorinator = 500 liter

Pemasangan pelampung batas bawah pada batas $\frac{1}{2}$ dari volume tanki Chlorinator, sehingga = 500 liter /2 = 250 liter.

$$250 \text{ liter} \times 1\% = 2,5 \text{ liter.}$$

Maka kebutuhan klorin 1% untuk pengisian tanki Chlorinator akan ukur menggunakan tabung ukur yaitu sebanyak 2,5 liter.

Pemantuan Dan Evaluasi Hasil Kualitas Air

Rata-rata kadar residu klorin meningkat secara signifikan dari 0,52 mg/L sebelum modifikasi menjadi 1,24 mg/L setelah modifikasi. Peningkatan ini menunjukkan proses desinfeksi yang lebih efektif dan kemampuan untuk mempertahankan tingkat residu klorin yang diinginkan dalam sistem distribusi air. Hal ini menunjukkan desinfeksi air yang lebih konsisten.

Tingkat pH relatif stabil sebelum dan sesudah modifikasi, dengan nilai rata-rata masing-masing 7,2 dan 7,4. Hal ini menunjukkan bahwa modifikasi tersebut tidak memberikan dampak yang signifikan terhadap pH air. Namun, sangat penting untuk memantau tingkat pH secara konsisten untuk memastikan bahwa mereka tetap berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk kualitas air.

Parameter Uji Coba Rancangan

Pemantauan sangat diperlukan untuk selanjutnya dilakukan evaluasi guna perbaikan yang berkelanjutan. Pengujian rancangan tentu dilakukan dengan tetap mempertimbangkan ketentuan-ketentuan yang telah ditetapkan oleh manajemen Bandara Internasional Soekarno Hatta.

Uji coba rancangan dapat dilaksanakan menggunakan parameter sebagaimana berikut:

Tabel 3. Parameter Pengujian

NO	KOMPONEN PENGUJIAN	INDIKATOR
1	Sensor Float Switch/level sensor	Mampu mendeteksi/membaca input dan memberikan sinyal input kepada PLC
2	PLC	Mampu memberikan perintah kepada komponen sistem otomatis Chlorinator sesuai dengan leader yang sudah ditentukan.
3	Pompa Air	Mampu bekerja secara sistematis dan menyuplai air kedalam tanki Chlorinator secara konstan.
4	Solenoid Valve	Mampu bekerja secara sistematis dan mengalirkan klorin secara otomatis.

4. Kesimpulan

Penggunaan chlorinator pada Bandara Internasional Soekarno Hatta merupakan upaya untuk menjaga konsistensi mutu/kualitas, meningkatkan efikasi dan efisiensi pada air bersih untuk kebutuhan sehari-hari para penumpang maupun para pekerja di lingkungan bandara. Untuk menjaga para teknisi agar tidak terkena paparan klorin dan mengoptimalkan kualitas air bersih, maka perlu dilakukan evaluasi dan modifikasi sistem chlorinator di Bandara Internasional Soekarno Hatta. Sehingga rancangan modifikasi chlorinator dengan menambahkan suatu sistem yang bekerja secara otomatis menjadi solusi yang sangat tepat untuk permasalahan tersebut.

Rancangan modifikasi pada chlorinator ini menggunakan sistem otomatis yang dikontrol oleh Programmable Logic Control (PLC) dengan type FX1s – 20MR. PLC yang telah diprogram akan memerintahkan solenoid valve dan pompa air bekerja untuk melakukan pencampuran larutan klorin dengan air pada tangki chlorinator. Serta dengan ditambah penggunaan Float Level Switch sebagai sensor, dapat menentukan takaran air dan klorin akan dapat mengoptimalkan kualitas air bersih yang akan

Pengembangan Sistem *Chlorinator* untuk Distribusi Air Bersih di Gedung Stasiun Pompa Bandara Internasional Soekarno-Hatta

didistribusikan ke terminal dan gedung-gedung di wilayah bandara.

Daftar Pustaka

SNI (Standar Nasional Indonesia), 06-4824-1998, Metode Pengujian Kadar Klorin Bebas Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Sinar Tampak Secara Dietil Fenilindiamin (DFD).

Peraturan Menteri Kesehatan, 173/Men.Kes/Per/IV/2010, Pencemaran Air Dari Badan Air Untuk Berbagai Kegunaan Yang Berhubungan Dengan Kesehatan.

Peraturan Menteri Kesehatan, 429/MENKES/PER/IV/2010, Persyaratan Kualitas Air Minum.

Peraturan Menteri Kesehatan, 736/MENKES/PER/VI/2010, Tata Laksana Kualitas Air Minum.

Bandara Soekarno Hatta, Manual Book Pengolahan Air Bersih Bandara Soekarno Hatta.

Bandara Soekarno Hatta, Standar Operasi dan Prosedur Pengoperasian dan Pemeliharaan Chlorinator.

Pambudi, Lukman(1), Ismail, M(2), Sudjanto, Harman(3). (2019), Rancangan Sistem Otomatis Chlorinator Pada Distribusi Air Bersih Di Bandara Internasional Soekarno-Hatta.

Hasan, A. (2006), Dampak Penggunaan Klorin. Jurnal Teknik Lingkungan. 7(1): 90 – 96.

Said, N.I. (2007), Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum. Jurnal Air Indonesia, 3(1):15-20..