

Perbaikan Sistem Kontrol pada Filter *Weak Ammonium Nitrate Solution*

Julianta Wahyu Utama^{1*}, Zaini²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Bontang

*e-mail: kamajaya83@yahoo.com¹; zaini.math@gmail.com²

Abstract

Filter Ammonium Nitrate Solution consists of a filter element, gear motors filter, filter unit, shut-off drain valve and pressure gauge which are controlled from the Local Control Panel (LCP) using a conventional control circuit contactors and relays. Currently, the filter is disabled from operation because the control system while operating i.e. sequence fail/ order of work (especially when auto), feedback indication pressure gauge, and control monitor doesn't work properly is failure.. This research, the control system of performance filter on manual and auto that will be simulated using simulation software PLC Siemens step 7. The results shows that at the initial conditions of manual control system performance has no problem; however, when it works on auto performance, the control system failure due to relay timer T1 as the initial auto start does not exist in the control circuit. Having analyzed by entering the interlock pressure transmitter signal as the auto start initial then designing a new control system using Programmable Logic Control (PLC) shows that the problems of the control system performance can be totally solved to perform sequence filtering, cleaning and draining both on manual and auto control.

Keywords : Filter Ammonium Nitrate Solution, Manual, Auto

Abstrak

Filter Ammonium Nitrate Solution ini terdiri dari elemen filter, motor gear filter, filter unit, shut-off drain valve, pressure gauge yang semuanya dikontrol dari Local Control Panel (LCP) menggunakan rangkaian kontrol konvensional kontaktor dan relai-relai. Saat ini, filter dalam keadaan dinonaktifkan dari pengoperasiannya disebabkan karena pada saat dioperasikan mulai dari terputusnya sequence/ urutan kerja (terutama pada saat auto), feedback indikasi pressure gauge sampai pada monitoring sering mengalami kegagalan system kontrol. Pada penelitian ini, kinerja sistem kontrol filter pada saat manual dan auto disimulasikan menggunakan simulation software PLC Siemens step 7. Hasil penelitian menunjukkan bahwa awal kinerja sistem kontrol pada saat auto mengalami kegagalan yaitu relai timer T1 sebagai inisial auto start tidak ada dalam rangkaian kontrol. Hasil Perbaikan yang dilakukan dengan cara menginputkan interlock pressure transmitter signal sebagai inisial auto start dan merancang sistem kontrol yang menggunakan Programmable Logic Control menunjukkan bahwa permasalahan kinerja sistem kontrol dapat diatasi secara keseluruhan untuk melakukan sequence filtering, cleaning dan drain/ flushing baik pada saat manual maupun auto

Kata kunci : Filter Ammonium Nitrate Solution, Manual, Auto

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah

Ammonium Nitrate Solution Plant memiliki sistem kontrol yang digunakan untuk mengontrol filter *weak ammonium nitrate solution*, level concentrator unit, ammonium nitrate liquor unit dan strength analyser *Ammonium Nitrate Solution* sehingga dihasilkan produk akhir berupa *ammonium nitrate solution* dengan konsentrasi 60-63 % $\frac{w}{w}$, pH 5 sampai dengan 6.5, *Total Organic*

Content maksimal 100 ppm dan *Turbidity* (tingkat kekeruhan) maksimal 1000 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) [1].

Filter *weak ammonium nitrate solution* ini dipasang pada jalur masukan *ammonium nitrate solution* dan mempunyai fungsi utama untuk menyaring partikel anorganik yang terkandung didalam *weak ammonium nitrate solution* dengan konsentrasi 10-30 % sebelum dinaikkan konsentrasinya menjadi 60-63 % di concentrator unit [2]. Filter ini terdiri dari

elemen filter, *motor gear* filter, filter unit, *shut-off drain valve*, *pressure gauge* yang semuanya dikontrol dari *Local Control Panel* (LCP) menggunakan rangkaian kontrol konvensional kontaktor dan relai-relai.

Filter *weak ammonium nitrate solution* dalam istilah manufakturnya sering disebut sebagai *MAHLE Metal-Edge filter*, filter ini didesain untuk menyaring cairan ataupun pasta dengan kekentalan maksimal yang diijinkan sampai dengan 500.000 mPa [2]. Proses filtrasi/penyaringan tidak mengganggu proses produksi dan filter ini didesain dapat beroperasi pada kontrol auto maupun manual.

Pada aplikasi di *Ammonium Nitrate Solution Plant*, filter *weak ammonium nitrate solution* berfungsi sebagai penghancur, penyaring dan pemisah gumpalan kotoran organik dan anorganik yang tercampur di *weak ammonium nitrate solution* [2]. Penyaringan *weak ammonium nitrate solution* ini sangat diperlukan sebelum memasuki proses pemekatan di *Concentrator*.

Pada saat ini filter di non-aktifkan dari pengoperasiannya dikarenakan sering mengalami kegagalan sistem kontrol pada saat dioperasikan mulai dari terputusnya *sequence/urutan kerja* (terutama pada saat auto), *feedback* indikasi *pressure gauge* maupun monitoring kontrol yang kurang maksimal.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan dalam penelitian ini mencakup dua hal yaitu (1) apakah penyebab kegagalan sistem kontrol filter *weak ammonium nitrate solution* pada saat dioperasikan? dan (2) bagaimana hasil analisa perbaikan sistem kontrol filter *weak ammonium nitrate solution*?

2. Metode Penelitian

2.1. Prinsip Kerja Eksisting Sistem Kontrol Filter Secara Manual dan Auto

Prinsip kerja secara manual dalam sistem kontrol filter pada penelitian yang digunakan adalah

1. Power utama 3 fasa (400 VAC/ 50 Hz) Q1 dan *power supply* rangkaian kontrol (220

VAC/ 50 Hz) Q3 dalam keadaan menyala ditandai dengan *rectifier AC/DC* sebagai *power supply* 24 VDC dan lampu indikasi *power* kontrol on (H1) akan hidup

2. Ketika *Hand Switch* S1 (HS 34101) diposisikan manual dan tombol *push button start manual flush sequence* S4 (HS 34102) ditekan maka coil timer one shot T3 akan mendapatkan power 220 V AC dan akan aktif selama 36 detik
3. Pada waktu bersamaan coil relai bantu timer one shot R2 dan lampu indikasi manual sequence flush H4 akan aktif/energized secara bersamaan.
4. Pada saat coil relai bantu timer one shot R2 energized maka kontak normally open R2 akan closed kemudian akan mengalirkan tegangan 220 V AC untuk mengaktifkan kontaktor utama K1 sehingga motor gear filter akan running dan lampu indikasi motor running H2 akan hidup. Ini artinya proses cleaning sedang berlangsung selama 36 detik. Pada proses cleaning ini, filter dibersihkan menggunakan mekanik scapper.
5. Ketika kontak normally open R2 closed secara bersamaan coil timer on delay T2 mendapat tegangan 220 V AC dan kontak-kontaknya akan energized dengan on delay time 8 detik
6. Setelah on delay selama 8 detik, kontak normally open T2 akan closed sehingga coil valve control auxiliary relai R3 mendapat tegangan 220 V AC dan kontak normally open akan menutup
7. Pada kondisi kontak normally open dari R3 menutup, maka tegangan 24 VDC akan mengalir ke shut off valve XV 32063 dan mengaktifkan proses drain/ flushing. Proses drain/ flushing ditandai dengan lampu indikasi H3 hidup dan shut off valve dalam kondisi terbuka. Proses ini berlangsung selama 24 detik.

Sedangkan kerja filter dalam kondisi auto dengan mengoperasikan setiap *sequence* kerja dengan cara auto *command*. Pada saat auto, *command start* dari filter dimulai dari memosisikan *selector switch* (S1) pada posisi

auto dan selanjutnya *sequence* filter akan *running* auto. *Sequence* auto berhenti sampai *coil* R1 *energized* dan *coil* T1 sebagai inisial auto *start* tidak ada dalam rangkaian kontrolnya.

2.2. Perancangan Sistem

2.3.1 Pemasangan *Pressure Transmitter*

Pemasangan *pressure transmitter* pada *vessel filter* 32F005 dilakukan dengan melepas *pressure gauge* terpasang kemudian memasang dengan *pressure transmitter* jenis diaphragma ini pada *nozzle* yang sama. *Pressure* indikator *inlet vessel* PI 34121 diganti dengan *pressure transmitter* PIT 34121 terpasang pada *nozzle* nomor 4 dan *pressure* indikator *outlet vessel* PI 34120 diganti dengan *pressure transmitter* PIT 34120 terpasang pada *nozzle* nomor 5. Proses koneksi kedua *pressure transmitter* menggunakan G1/2 DIN 16 288 *male* [3]. *Wiring* koneksi menggunakan sistem 2 *wire*, 4 - 20 mA DC Output dengan *digital communication*. Penentuan *Range Kalibrasi & Span Pressure Transmitter* dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Hasil perhitungan konversi *pressure* input dan analog output sinyal

Input Pressure (kPa g)	Sinyal output (dalam mA)
0	4
25	8
50	12
75	16
100	20

Perhitungan *pressure differential* didapatkan dari pembacaan aktual sisi *inlet* (PIT 34121) dan sisi *outlet* (PIT 34120) dari formulasi dibawah ini :

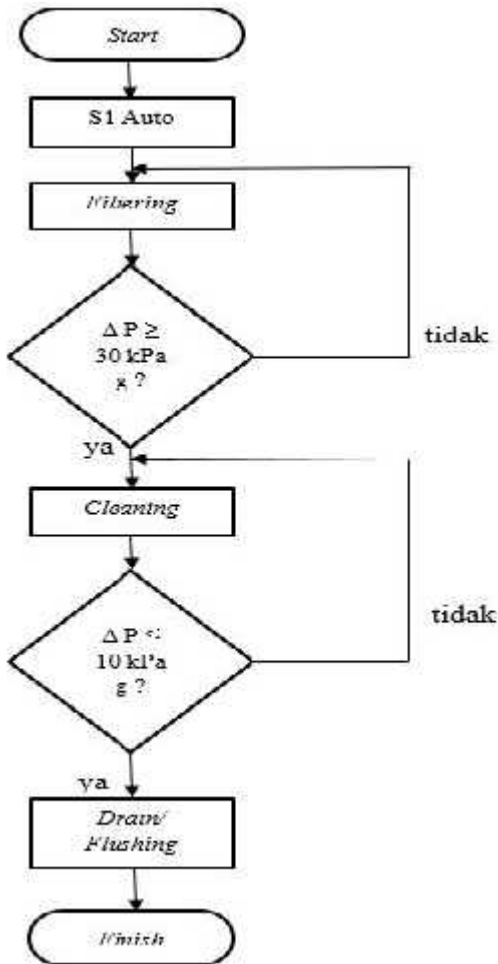
$$\Delta P = P_{inlet} (PIT 34121) - P_{outlet} (PIT 34120) \quad (1)$$

Penggunaan *pressure differential* sebagai *trigger* inisial *start* auto pada saat filter diposisikan auto. Batas maksimal dari *differensial pressure* adalah 30 kPa g yang berarti filter elemen pada kondisi kotor [2]. Ketika *differential pressure* membaca minimal

30 kPa g maka *sequence* akan berjalan secara auto untuk *cleaning* dan *draining*. Sistem auto inilah yang akan dirancang sebagai langkah perbaikan sistem kontrol secara keseluruhan dari *filter weak ammonium nitrate solution*.

2.3.2. Perbaikan sistem kontrol pada saat Auto dan Manual

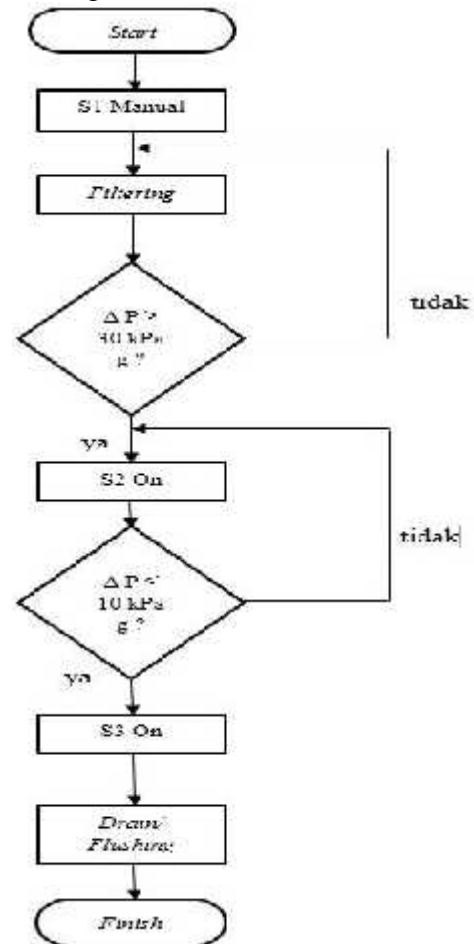
Rancangan *Programmable Logic Control* (PLC) pada pada saat auto operasi, *start* atau tahapan persiapan mengopersikan filter dimulai dengan memastikan *local control panel* pada kondisi siap baik dari rangkaian daya maupun kontrolnya dan *valve inlet* maupun *valve outlet* dalam kondisi terbuka. Tahapan selanjutnya, memposisikan *selector switch* (S1) pada auto operasi kemudian tahapan *filtering* dimulai, dimana *ammonium nitrate solution* akan difilter/ disaring secara langsung oleh *metal edge filter*. Ketika *differential pressure* (P) sudah mencapai lebih dari atau sama dengan 30 kPag maka sistem kontrol akan menginisialisasi tahapan proses *cleaning* secara auto ditandai dengan *motor gear filter running* secara otomatis, proses *cleaning* akan berhenti secara otomatis ketika *differential pressure* (P) kurang dari atau sama dengan 10 kPag ditandai dengan *motor gear filter* berhenti secara auto. Setelah proses *cleaning* selesai, sistem kontrol akan melakukan tahapan proses *drain/ flushing* secara auto selama 7 detik. Dengan berakhirnya tahapan proses *drain/ flushing* maka satu *sequence* kerja filter dinyatakan selesai. Perhatikan gambar 1 berikut.



Gambar 1 Diagram alir pada auto operasi

Pada saat manual, semua *sequence* kerja filter dimulai dan diakhiri secara manual operasi dari *local control panel*. *Start* atau tahapan persiapan mengoperasikan filter dimulai dengan memastikan *local control panel* pada kondisi siap baik dari rangkaian daya maupun kontrolnya dan *valve inlet* maupun *valve outlet* dalam kondisi terbuka. Tahapan selanjutnya dengan memposisikan *selector switch* (S1) pada manual operasi. Pada saat *differential pressure* (P) terbaca lebih dari atau sama dengan 30 kPag , tahapan proses *cleaning* dimulai dengan memposisikan *selector switch* (S2) pada posisi *on* secara manual dari *local control panel*. Pada saat *differential pressure* (P) terbaca kurang dari

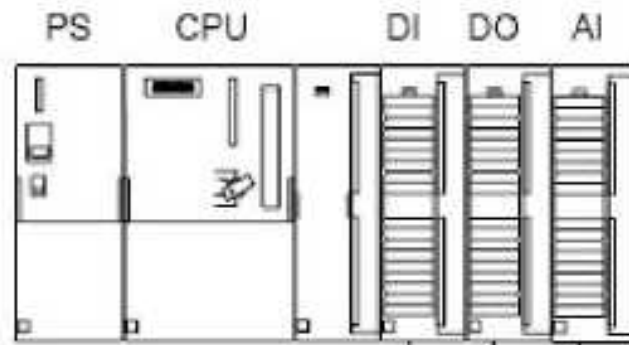
atau sama dengan 10 kPag, tahapan proses *cleaning* diakhiri dengan memposisikan *selector switch* (S2) pada posisi *off* secara manual dari *local control panel*. Setelah tahapan proses *cleaning* selesai, tahapan selanjutnya adalah *drain/ flushing* dengan mengoperasikan *selector switch* (S3) *open* dan *close* secara manual dari *local control panel*. Perhatikan gambar 2 berikut.



Gambar 2 Diagram alir pada manual operasi

2.3.3. Desain perangkat lunak dan pengalaman input-output

Desain rangkaian komponen menggunakan PLC Siemens S7-300, *hardware* konfigurasi PLC terdiri dari: *Power Supply* (PS) 24 VDC/ 5A, CPU 315-2DP modul, sinyal module *digital input* (DI) 16 x 24 VDC, sinyal module *digital output* (DO) 16 x 24 VDC dan sinyal modul *analog input* (AI) 4 x 12 Bit [4]. Konfigurasi *hardware* dengan PLC ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Konfigurasi Hardware PLC S7 300

Tabel 2. Alamat *Digital Input* PLC

No	Deskripsi Digital Input	Alamat
1	Auxiliary contact MCB 3 fasa (Q1)	I 0.0
2	Auxiliary contact Thermal Overload (Q2)	I 0.1
3	Emergency Switch (S5)	I 0.2
4	Selector Switch Auto/Manual posisi (S1)	I 0.3
5	Motor on push button (S2)	I 0.4
6	Motor off push button (S2)	I 0.5
7	Open drain valve manually push button (S3)	I 0.6
8	Close drain valve manually push button (S3)	I 0.7
9	Drain valve open feedback	I 1.0

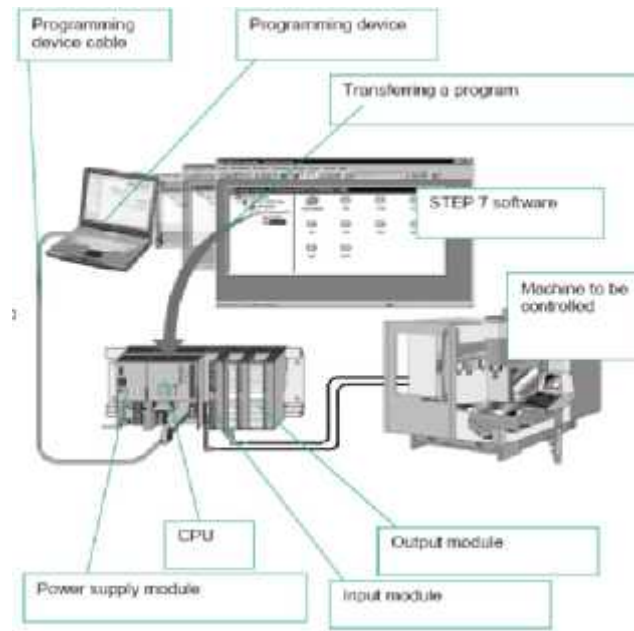
Tabel 3. Alamat *Analog Input* PLC

No	Deskripsi Digital Input	Alamat
1	Motor on command (K1)	Q 0.0
2	Drain valve open close command	Q 0.1
3	Lampu tanda sistem healthy (H1)	Q 0.2
4	Lampu tanda drain valve open (H3)	Q 0.3
5	Lampu tanda drain valve open (H3)	Q 0.4

Tabel 3. Alamat *Digital Input* PLC

No	Deskripsi Digital Input	Alamat
1	Pressure transmitter – PIT 34121	IW 288
5	Pressure transmitter – PIT 34120	IW 290

Adapun Koneksi PLC dengan Beberapa Komponen Pendukungnya dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4 Koneksi PLC dengan komponen pendukungnya

3. Hasil Penelitian

Sistem kontrol menggunakan PLC ini terdiri dari 5 *network* yang diprogram di *Function 1*. *Network 1* merupakan sistem *interlock* atau syarat mutlak untuk menjalankan filter *weak ammonium nitrate solution*. Syarat ini antara lain MCB 3 fasa harus *on*, *emergency switch* harus pada posisi

release dan *thermal overload relai* motor tidak *trip*. Pada saat simulasi, *inputan* diberikan dengan cara memberikan tanda *force input* () pada alamat I 0.0, I 0.1 dan I 0.2. Pada kondisi aktual, *inputan* akan *latching* ketika semua komponen diposisikan *on*. Perhatikan tabel 4 berikut

Tabel 4 Kondisi aktual pada saat ready system

Digital input	Digital Output	P (kPa g)		Status		Kondisi Sinyal		Tegangan ukuran
		≥ 30	≤ 10	On	Off	1	0	
M 0.0	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
I 0.3	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
MW 3	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Q 0.0	-	-	-	-	-	-	24 VDC
-	Q 0.3	-	-	-	-	-	-	24 VDC
MW 3	-	-	-	-	-	-	-	-
-	Q 0.0	-	-	-	-	-	-	0 VDC
-	Q 0.3	-	-	-	-	-	-	0 VDC

Ketika semua syarat ini terpenuhi maka sistem dalam keadaan siap untuk dioperasikan atau *ready system* sudah terpenuhi sehingga *memory bit* 0.0 (M 0.0) dan digital output 0.2 (Q 0.2) akan *latching*, untuk selanjutnya *memory bit* (M 0.0) ini akan digunakan sebagai *interlock* untuk menjalankan fase *cleaning* dan *flushing*.

Pada *network 2*, filter akan melakukan fase *cleaning*. Syarat untuk menjalankan fase *cleaning* ini adalah *memory bit* 0.0 (M 0.0) sudah *on* dan *selector switch* pada salah satu pilihan yaitu *auto* atau *manual* (I 0.3). Pada saat *auto*, fase ini akan mulai berjalan apabila *differential pressure* (*memory word* 3) pada sisi *inlet* dan *outlet vessel* filter telah mencapai

minimal 30 kPa g ditandai dengan *motor gear filter* akan *running* secara otomatis. Motor ini akan otomatis berhenti ketika *differential pressure* sudah mencapai minimal 10 kPa g, hal ini menandakan bahwa filter sudah bersih.

Pada saat manual, *motor gear filter* akan *running* dengan menekan tombol *push button motor on* (I 0.4) dan motor akan berhenti dari *push button motor off* (I 0.5). Kondisi yang dimaksud dapat dilihat pada tabel.

Tabel 5 Kondisi Aktual pada Saat *Cleaning Auto* Operasi

Digital input	Digital Output	Status		Kondisi Sinyal		Tegangan ukuran
		On	Off	1	0	
10.0	-	-	-	-	-	24 VDC
10.1	-	-	-	-	-	24 VDC
10.2	-	-	-	-	-	24 VDC
-	M 0.0	-	-	-	-	24 VDC
-	Q 0.2	-	-	-	-	24 VDC

Tabel 6 Kondisi Aktual pada SAAT *Scleaning Manual* Operasi

Digital input	Digital Output	P (kPa g)		I Cycle Status Cleaning		Kondisi Sinyal		Tegangan ukuran
		≥ 30	≤ 10	1	0	1	0	
		M 0.0	-	-	-	-	-	
I 0.3	-	-	-	-	-	-	24 VDC	
MW 3	-	-	-	-	-	-	-	
MW 5	-	-	-	-	-	-	-	
-	Q 0.1	-	-	-	-	-	24 VDC	
-	Q 0.4	-	-	-	-	-	24 VDC	

Ladder diagram pada *network 3* hanya berfungsi pada saat *selector switch* pada posisi auto saja. Filter akan memberikan sinyal *I cycle status cleaning* sudah terpenuhi dan selanjutnya akan memberikan *trigger* untuk melakukan auto *flushing*. Ketika auto *selector switch* aktif dan *motor gear filter running* maka status 1 akan berpindah ke *memory word 5* (MW 5). Status *I cycle cleaning* akan *reset* pada saat fase *drain/ flushing* sudah selesai ditandai dengan *memory word 5* (MW 5) bernilai 0.

Network 5 adalah fase *drain/ flushing* filter *weak ammonium nitrate solution*. Fase *drain/ flushing* dapat berlangsung secara auto maupun manual. Pada saat auto, syarat *I cycle status* harus terpenuhi terlebih dahulu dan fase *drain/ flushing* ini ditandai dengan terbukanya *drain valve* selama 7 detik. Sedangkan pada saat manual, fase *drain/ flushing* dilakukan dengan menekan tombol *open valve push button* (I 0.6). Perhatikan tabel 7

Tabel 7 Kondisi aktual pada saat *drain/flushing auto* operasi

Digital input	Digital Output	P (kPa g)		Status		Kondisi Sinyal		Tegangan ukuran
		≥ 30	≤ 10	On	Off	1	0	
M 0.0	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
I 0.3	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
MW 3	-	-	-	-	-	-	-	-
I 0.4	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
I 0.5	-	-	-	-	-	-	-	0 VDC
-	Q 0.0	-	-	-	-	-	-	24 VDC
-	Q 0.3	-	-	-	-	-	-	24 VDC

Tabel 3 Kondisi aktual pada saat *sleaning manual* operasi

Digital input	Digital Output	P (kPa g)		I Cycle Status Cleaning		Kondisi Sinyal		Tegangan ukuran
		≥ 30	≤ 10	1	0	1	0	
M 0.0	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
I 0.3	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
MW 3	-	-	-	-	-	-	-	-
MW 5	-	-	-	-	-	-	-	-
I 0.6	-	-	-	-	-	-	-	24 VDC
-	Q 0.1	-	-	-	-	-	-	24 VDC
-	Q 0.4	-	-	-	-	-	-	24 VDC

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) investigasi terhadap kegagalan eksisting sistem kontrol disebabkan karena terputusnya *sequence* kerja filter pada saat auto dan tidak adanya *feedback differential pressure* yang dimasukkan dalam sistem *interloc*, dan (2) Hasil analisa perbaikan eksisting sistem kontrol adalah penggantian *pressure gauge* dengan *pressure transmitter* dan merancang sistem kontrol baru menggunakan PLC. Sehingga dari hasil analisa perbaikan ini dapat mengatasi kegagalan sistem kontrol lama yaitu dapat melakukan *sequence* kerja filter secara keseluruhan mulai dari *filtering*, *cleaning* dan *draining/flushing* baik pada saat auto maupun manual.

5. Saran

Saran yang dapat diberikan diantaranya (1) Sistem kontrol hasil modifikasi menggunakan PLC dapat dikoneksikan dengan *Distributed Control System* di *Control Room* untuk memonitor urutan kerja filter, memudahkan pengontrolan dan pengambilan

data-datanya baik berupa kondisi logic, *alarm* maupun *trending*, (2) Perlu adanya update diagram kontrol terhadap adanya perubahan sistem kontrol untuk kepentingan *maintenance dan repair* (3) Diperlukan perencanaan penggantian manual *valve inlet* dan *valve outlet vessel* filter yang dimasukkan pada auto *sequence* kerja filter untuk memudahkan pengontrolan.

6. Daftar Pustaka

- [1] I. PT. Kaltim Nitrate, *UHDE Operating Instruction Manual of the plant*, UD-VT-DC-00003 & UD-VT-DC-00004. 2008.
- [2] M. I. Filtration, *Operation Instruction Automatic Metal Edge Filter with Radial Scapper Cleaning*. PT. Hydromatik Teknologi, 2010.
- [3] C. E. Yokogawa, "EJX510A & EJX530A Absolute and Gauge Pressure Transmitter," 27th ed., Tokyo, 2016.
- [4] Siemens, "S7-300 Manual & Module Data," 2013.