

INTEGRASI KONTROL TERPROGRAM PLC PADA PRAKTEK BENGKEL SEMESTER VI PROGRAM STUDI TEKNIK LISTRIK JURUSAN TEKNIK ELEKTRO POLINES

Oleh : Sugijono

Teknik Elektro Politeknik Negeri Semarang
Jl. Prof. Sudarto, S.H. Tembalang Semarang
Email : sugipoli@gmail.com

Abstrak

Praktek Bengkel Listrik semester VI di Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Polines masih diselenggarakan dengan kontrol konvensional yang berbasis elektromagnetik untuk plant air limbah. Penelitian ini bertujuan memberikan nilai tambah dalam pembekalan kompetensi bagi mahasiswa, karena banyak industri sudah menggunakan kontrol terprogram yang berbasis PLC (Programmable Logic Controller). Oleh karena itu target khusus dari penelitian ini yaitu mengintegrasikan kontrol terprogram berbasis PLC ke dalam kontrol konvensional berbasis elektromagnetik tersebut, sehingga tercapai inovasi materi kuliah untuk penguatan Praktek Bengkel Listrik. Berdasarkan pada metode studi literatur dan eksperimen, maka penelitian ini menghasilkan luaran sebuah artikel jurnal publikasi untuk suatu plant proses air limbah yang dikontrol secara terintegrasi baik secara konvensional maupun terprogram, dan juga luaran rekomendasi untuk pertimbangan dalam inovasi materi mata kuliah Praktek Bengkel Listrik.

Kata Kunci : *Plant air limbah, PLC.*

I. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Dalam suatu *plant* pengolahan air limbah terdapat beberapa jenis pengontrolan yang dilaksanakan guna memenuhi kebutuhan sesuai dengan deskripsi kerja dari sistem pengolahan air limbah tersebut. Selama ini praktek bengkel listrik semester VI di Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Polines yaitu suatu *plant* pengolahan air limbah masih diselenggarakan secara konvensional yaitu menggunakan kontrol yang tidak terprogram berbasis elektromagnetik. Sedangkan banyak industri sudah cukup lama menggunakan kontrol yang terprogram berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan akan melakukan kajian dalam upaya untuk mengintegrasikan kontrol yang terprogram berbasis PLC ke dalam kontrol konvensional berbasis elektromagnetik tersebut, sehingga akan dicapai inovasi pada praktek bengkel listrik semester VI. Dengan demikian maka mahasiswa akan mendapatkan nilai tambah yaitu akan memiliki kompetensi yang lebih komprehensif dan kompetitif sebagai bekal

dalam bersaing di bursa kerja setelah lulus nanti. Penerapan kontrol yang terprogram berbasis PLC sebenarnya sudah dilaksanakan, tetapi hanya oleh sebagian mahasiswa tingkat akhir yang mengangkat Tugas Akhir berbasis PLC. Sedangkan para mahasiswa yang Tugas Akhirnya tidak berbasis PLC, maka mereka kurang memiliki kompetensi dalam pengintegrasian kontrol yang terprogram berbasis PLC dengan kontrol yang tidak terprogram berbasis elektromagnetik. Dengan demikian hasil inovasi pada praktek bengkel listrik semester VI diharapkan akan membuat semua mahasiswa memiliki kompetensi yang relatif sama.

1.2. Manfaat

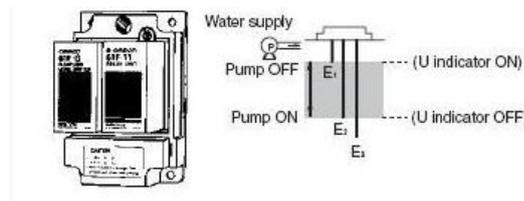
Dapat mengintegrasikan kontrol terprogram berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) dengan kontrol konvensional pada praktek bengkel listrik semester VI dan menginstal program aplikasi, menjalankan, dan memonitor proses *plant* dalam praktek bengkel listrik semester VI, serta memberikan rekomendasi sebagai bahan pertimbangan

dalam pengembangan materi kuliah praktek bengkel listrik semester VI.

II. Kajian Pustaka

2.1. Water Level Controller (WLC)

WLC adalah sebuah alat yang memudahkan dalam mengidentifikasi level air di dalam penampungan air. Fungsi utama dari WLC untuk mengontrol kerja pompa air. Pompa submersible adalah pompa yang berada di dalam air atau direndam seperti pompa di dalam akuarium. Fungsi pompa ini adalah untuk menguras air di dalam kolam penampung, lalu air di salurkan ke pembuangan luar. Mekanisme kerja dari pompa ini yaitu apabila level air di dalam bak penampung tinggi, maka pompa hidup, dan sebaliknya jika level air di dalam bak penampung rendah, maka pompa mati. Dengan adanya WLC maka tinggi rendahnya level air di dalam penampungan mudah diidentifikasi.



Gambar 2.1. Water Level Controller

2.2. Water Flow Sensor (WLS)

WLS mempunyai beberapa jenis sesuai dengan fungsi serta tujuan pemasangannya. WLS bisa digunakan sebagai switch untuk memantau ada tidaknya suatu aliran air dalam sistem pemipaan tertutup guna memberikan sinyal baik berupa alarm maupun kontak normal terbuka (*normaly open/ NO*) dan kontak normal tertutup (*normaly close/ NC*). Tujuan dari sinyal itu adalah agar proses berhenti karena aliran air yang tidak jalan atau diluar standar yang di tentukan. Apabila WLS tersebut tidak berfungsi dengan baik bisa menyebabkan terjadinya *over heat* dari pompa air yang bisa berakibat kerusakan. WLS ini ada yang

tegangan kerjanya 5V- 24V dan arus kerjanya 15 mA serta laju aliran air hingga 60 liter per menit.



Gambar 2.2. Water Flow Sensor

2.3. Programmable Logic Controller (PLC)

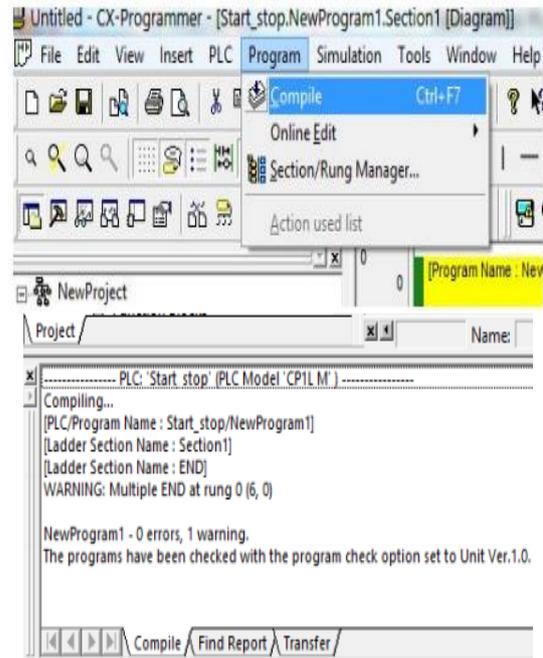
PLC adalah suatu pengendali berbasis mikrokontroler yang menggunakan memori terprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk menjalankan fungsi-fungsi seperti logika, sekuensial, timer, counter, dan untuk mengolah data diskrit seperti aritmatika, komparasi, penggeseran, pemindahan, konversi, maupun memproses data analog atau sinyal kontinyu seperti dari besaran temperatur, cahaya, untuk pengendalian proses-proses dan mesin-mesin. Bila sebuah program aplikasi yang telah dibuat menggunakan *software CX Programmer didownload* ke PLC, maka PLC dapat menerima perintah dari peralatan input yang terhubung dan selanjutnya PLC dapat memberikan perintah kepada peralatan output yang terhubung untuk bekerja sesuai dengan konten program aplikasi yang telah *didownload* tersebut. PLC Omron CPM2A-20CDR yang diperlihatkan pada Gambar 2.3. memiliki 20 port yang terdiri dari 8 port untuk output eksternal dan 12 port untuk input eksternal. (*Micro Programmable Controller CPM2A OMRON*)



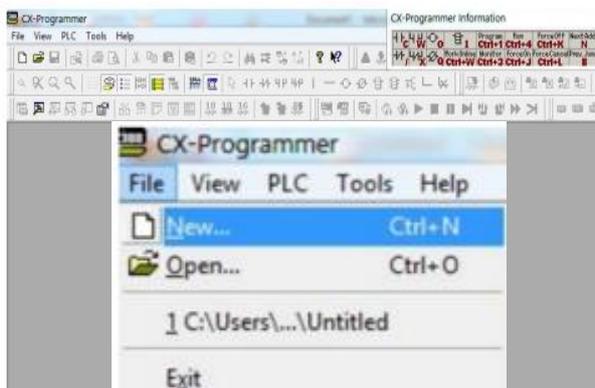
Gambar 2.3. PLC Omron CPM2A

2.4. Program

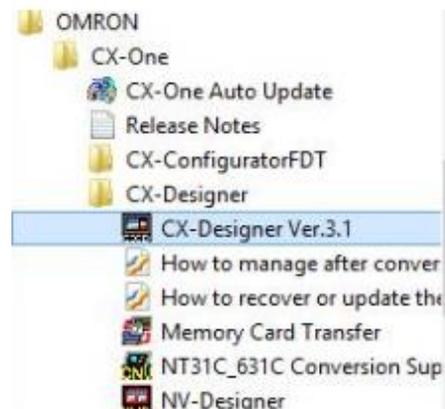
Program aplikasi dirancang menggunakan *software CX Programmer* seperti diperlihatkan dari Gambar 2.4. Tampilan Awal *CX Programmer* hingga Gambar 2.10. Tampilan *On Line*.



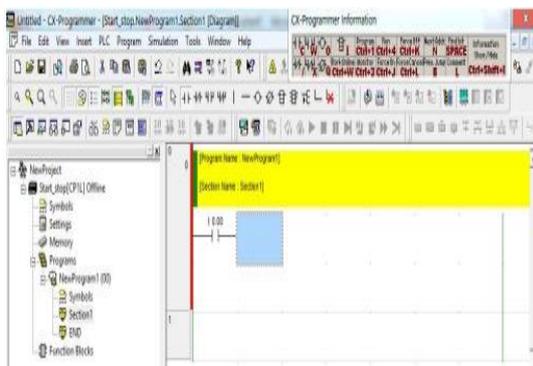
Gambar 2.6. Kompilasi Program



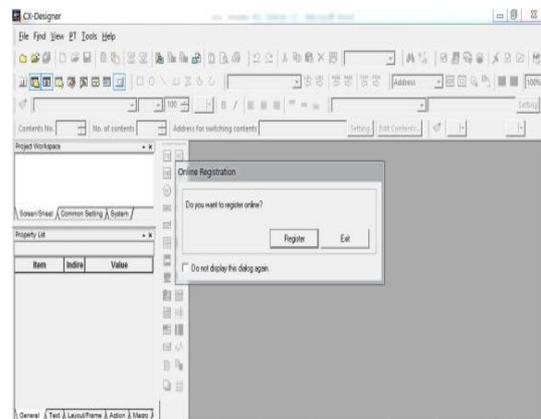
Gambar 2.4. Tampilan Awal *CX Programmer*



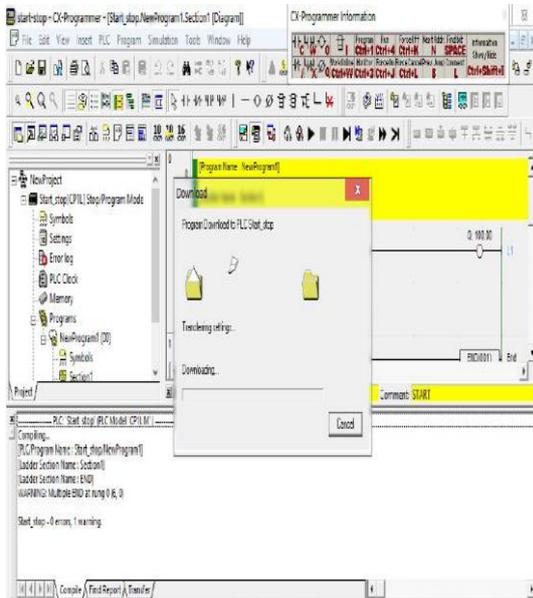
Gambar 2.7. Menu *CX Designer*



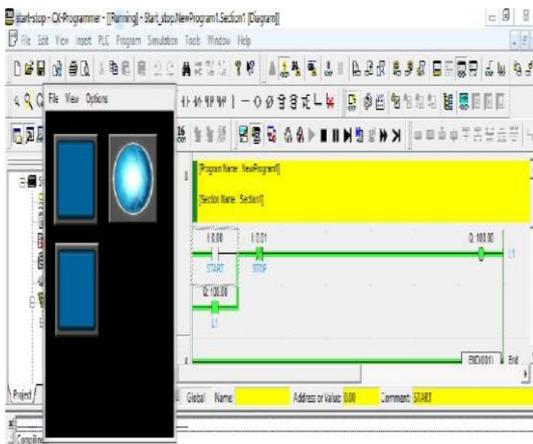
Gambar 2.5. *Create New Project*



Gambar 2.8. Jendela CX Designer



Gambar 2.9. Komunikasi dan Download

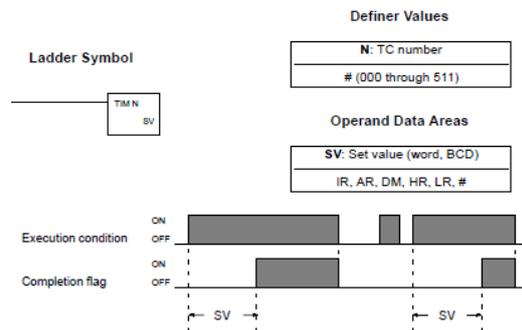


Gambar 2.10. Tampilan On Line

III. METODE PENELITIAN

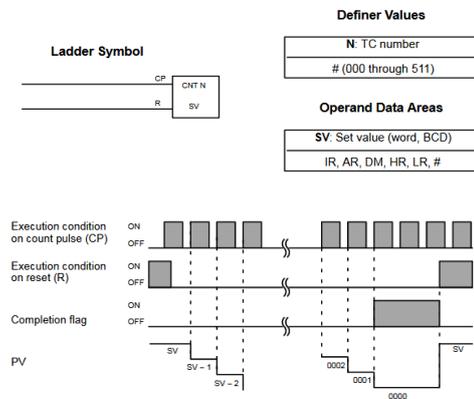
3.1. Studi Literatur

Pewaktu (*Timer*) dalam PLC Omron mulai menghitung waktu mundur selama mendapatkan masukan, dan *reset* atau kembali ke nilai waktu setelah awal SV (*set value*) bila tidak mendapatkan masukan. Jika waktu habis, maka timer bekerja/ aktif. Timer menghitung waktu dalam satuan 0.1 detik dari nilai yang ditulis sebagai SV seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1. Aktivasi *Timer*.



Gambar 3.1. Aktivasi *Timer*

Pencacah (*Counter*) dalam PLC Omron mulai menghitung mundur nilai setelah SV (*set value*) bila mendapatkan pulsa hitung CP (*Clock Pulse*) yang berubah status dari kondisi OFF ke ON sehingga nilai hitungan terkini PV (*Present Value*) berkurang satu demi satu pada eksekusi pulsa hitung CP. Eksekusi pencacah bekerja ON ketika nilai hitung terkini mencapai nol dan pencacah tetap ON sampai direset oleh pulsa reset R. Aktivasi *Counter* diperlihatkan pada Gambar 4.2.

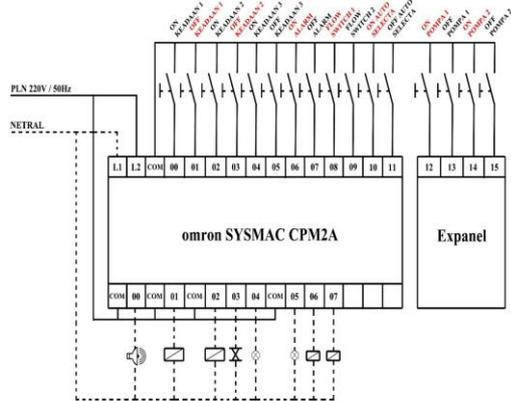


Gambar 3.2. Aktivasi *Counter*

3.2. Instalasi Hardware

Instalasi pengawatan perangkat keras (*hardware*) dilaksanakan dengan menghubungkan peralatan input dan output dengan PLC. Tombol-tombol auto manual stop dan sensor-sensor level air dan aliran air serta kontak overload dihubungkan dengan port-port input dari PLC. Alarm dan solenoid valve serta rele magnetik untuk

mengaktifkan pompa air dihubungkan dengan port-port output dari PLC. Diagram pengawatan instalasi hardware diperlihatkan pada Gambar 4.3.



Gambar 3.3. Diagram Pengawatan.Perangkat Keras



Gambar 3.4. Panel Hubung Bagi Plant

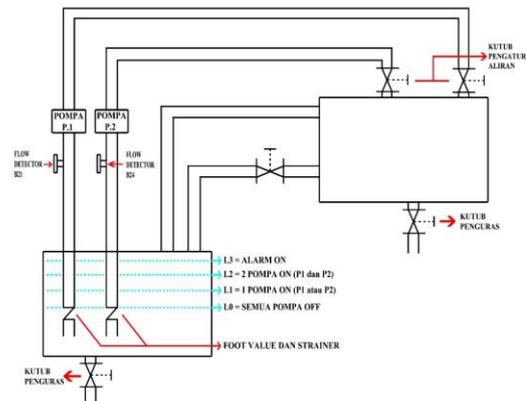
3.3. Pemrograman

Tabel 4.1. Peralatan Input dan Output

OUTPUT	PERALATAN	KETERANGAN
01000	Buzzer	Alarm
01001	Rele 1	Aktuator pompa 1
01002	Rele 2	Aktuator pompa 2
01003	Solenoid valve	Valve pintu air
01004	Lampu tanda	Over load lamp

INPUT	PERALATAN	KETERANGAN
-------	-----------	------------

00000	Level Switch 1 ON	Kondisi ON salah satu pompa bekerja
00001	Level Switch 1 OFF	Kondisi OFF kedua pompa mati
00002	Level Switch 2 ON	Kondisi ON salah satu pompa bekerja
00003	Level Switch 2 OFF	Kondisi OFF kedua pompa bekerja
00004	Level Switch 3 ON	Kondisi ON kedua pompa mati
00005	Level Switch 3 OFF	Kondisi OFF salah satu pompa bekerja
00006	Tombol reset	Alarm OFF
00007	Flow Switch 1	Aliran air 1
00008	Flow Switch 2	Aliran air 2
00009	Tombol otomatis	Operasi otomatis
00010	Tombol manual	Operasi manual
00011	Tombol OFF	Operasi berhenti
00100	Tombol ON	Pompa 1 bekerja
00101	Tombol OFF	Pompa 1 mati
00102	Tombol ON	Pompa 2 bekerja
00103	Tombol OFF	Pompa 2 mati



Gambar 3.5. Denah Plant

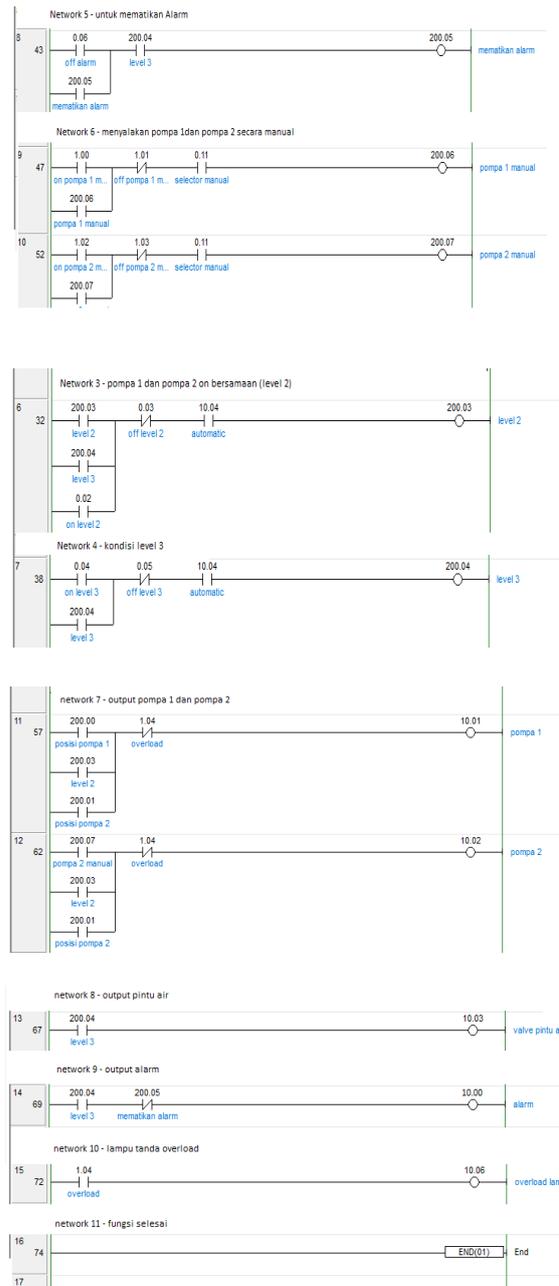
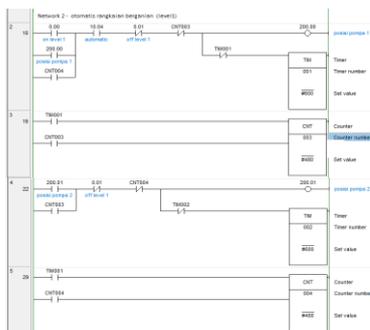
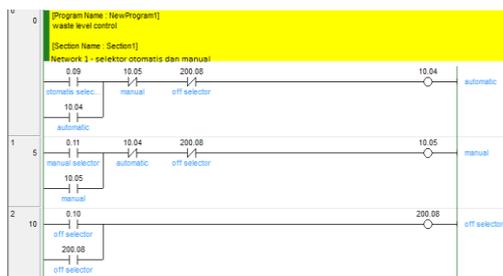
Deskripsi Kerja : Air limbah dibagi atas tiga level yang menyatakan ketinggian permukaan air limbah dimana setiap level memberikan respon yang berbeda.

- Bila air limbah mencapai level 0 (nol) maka semua pompa masih dalam keadaan mati.
- Bila limbah telah mencapai Level 1 (satu), maka salah satu pompa (pompa 1 atau pompa 2) akan bekerja. Jika limbah tersebut pasang surut/ berada pada daerah Level 1 maka kedua pompa tersebut akan bekerja secara bergantian.
- Bila volume limbah yang dikeluarkan bertambah banyak sehingga limbah telah mencapai Level 2 (dua), maka kedua

buah pompa akan bekerja secara bersamaan untuk mempercepat proses pemompaan ke tangki selanjutnya. Jika volume air telah berkurang maka pompa yang bekerja terakhir akan berhenti bekerja, sedangkan pompa yang satunya tetap bekerja untuk terus mengurangi volume air hingga habis. Jika limbah tersebut pasang-surut pada daerah Level 2, maka pompa yang terakhir bekerja yang beroperasi jika volume mencapai level 2 dan berhenti beroperasi jika volume telah berkurang dari Level 2.

- d. Pada saat volume limbah sangat banyak hingga mencapai level 3 (tiga) atau *Level Over Limit*, maka selain kedua pompa tetap terus bekerja memompa limbah ke tangki penampungan lainnya, sistem akan memberikan informasi kepada operator secara otomatis untuk segera membuka pintu cadangan agar limbah tidak meluap keluar dari tangki penampungan. Untuk mematikan alarm dilakukan dengan menekan tombol *alarm off* pada panel.

Program untuk *Plant Pompa Air Limbah* disajikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.6. Program Aplikasi *Plant*

3.4. Pengujian



Gambar 3.7. Pengujian Plant

Pengujian plant memberikan hasil sebagai berikut :

Pada operasi otomatis :

Kedua pompa beroperasi sesuai dengan program.

- a. Bila air limbah mencapai Level 0 (nol) maka semua pompa dalam keadaan mati.
- b. Bila limbah mencapai Level 1 (satu), maka salah satu pompa yaitu pompa 1 atau pompa 2 akan bekerja. Jika limbah itu pasang surut/ berada pada daerah Level 1 (satu) maka kedua pompa tersebut akan bekerja secara bergantian dalam interval waktu 8 jam.
- c. Bila volume limbah yang dikeluarkan bertambah banyak sehingga limbah mencapai Level 2 (dua), maka kedua buah pompa bekerja secara bersamaan untuk mempercepat proses pemompaan ke tangki selanjutnya. Jika volume air berkurang maka pompa yang bekerja terakhir akan berhenti bekerja, sedangkan pompa yang satunya tetap bekerja untuk terus mengurangi volume air hingga habis. Jika limbah itu pasang-surut pada daerah Level 2 (dua), maka

pompa yang terakhir bekerja yang beroperasi jika volume mencapai level 2 (dua) dan berhenti beroperasi jika volume berkurang dari Level 2 (dua).

- d. Bila volume limbah sangat banyak hingga mencapai Level 3 (tiga) atau *over limit*, maka selain kedua pompa tetap terus bekerja memompa limbah ke tangki penampungan lain, sistem akan memberikan informasi kepada operator secara otomatis untuk segera membuka pintu kuras agar limbah tidak meluap dari tangki penampungan. Untuk mematikan alarm dilakukan dengan menekan tombol *reset*.

Pada operasi manual :

- a. Masing-masing pompa dapat dioperasikan secara sendiri-sendiri.
- b. Bila limbah pada Level 1 (satu) atau dapat disimulasikan dengan menghubungkan elektroda-elektroda, maka salah satu pompa baik pompa 1 atau pompa 2 dapat dioperasikan guna keperluan perawatan atau perbaikan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Hasil pengujian yang dimuat dalam Sub Bab 3.4. merupakan hasil pengujian pada operasi otomatis dan operasi manual serta tidak ada operasi atau OFF. Tiga buah tombol masing-masing hanya dapat mengoperasikan salah satu dari tiga kondisi operasi, yaitu tombol PB1 (000.09) untuk operasi otomatis, dan tombol PB2 (000.11) untuk operasi manual, serta tombol PB3 (000.10) kondisi mati OFF atau tidak ada operasi baik otomatis maupun manual. Pada operasi otomatis ternyata bahwa kedua pompa dapat beroperasi saling berkaitan atau interdependen sesuai dengan program yang sudah diintegrasikan. Sedangkan pada operasi manual ternyata bahwa masing-masing pompa dapat dioperasikan secara sendiri-sendiri atau independen. Kedua pompa tersebut dapat bekerja secara bergantian dalam interval waktu 8 jam.

4.2. Pembahasan

Data-data hasil pengujian yang dimuat dalam Sub Bab 4.4. tersebut menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan Plant Pompa Air Limbah tercapai baik untuk operasi otomatis dan operasi manual maupun tidak ada operasi. Ketiga kondisi operasi tersebut masing-masing berhasil beroperasi secara bergantian. Sementara pompa-pompa berhasil beroperasi secara bergantian dalam interval waktu 8 jam sesuai dengan setelan waktu pada program yaitu dari *timer* 60 detik dan *counter* 480 yang dihitung sebagai berikut (60 x 480) detik : (3.600) detik / jam = 8 jam

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

PLC Omron dengan *software CX Programmer* dapat mengendalikan *plant* pengolahan air limbah secara otomatis dan terintegrasi pada Praktek Bengkel Listrik semester VI.

Pembekalan keterampilan kepada mahasiswa akan lebih baik khususnya bagi yang mengambil Tugas Akhir tanpa ada kaitannya dengan PLC, karena kontrol terprogram PLC sudah terintegrasi dalam materi kuliah Praktek Bengkel Semester VI sehingga mahasiswa memiliki bekal tentang realisasi aplikasi PLC di industri. Pengawasan berkurang cukup signifikan karena rangkaian kendali digantikan oleh program dalam bentuk imajiner.

Keamanan bagi operator plant sangat terjamin karena tegangan kerja pada rangkaian kendali di sisi operator sangat aman yaitu sumber tegangan searah 24 Volt yang terpisah dari sumber tegangan pada sisi beban sehingga spesifikasi tegangan kerja dari komponen input untuk kendali juga rendah yaitu 24 Volt searah.

Dokumentasi perubahan atau modifikasi dari modus pengendalian maupun setelan waktu pada *timer* dapat dilakukan secara *up to date* dan dengan mudah baik dalam bentuk cetak (*print out*) maupun *soft copy*.

Pelacakan gangguan (*trouble*) pada rangkaian kendali yang sudah *programmable* dapat dilakukan lebih mudah dan lebih cepat.

Keandalan kerja dari modus pengendalian yang sudah *programmable* adalah sangat tinggi.

Penggunaan *timer* mekanik tidak diperlukan lagi karena sudah digantikan oleh program *timer* pada PLC.

5.2. Saran

Penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan maupun rekomendasi untuk melakukan inovasi materi kuliah Praktek Bengkel Listrik semester VI di Program Studi Teknik Listrik di Polines dengan menghadirkan atau mengintegrasikan pengendalian terprogram (PLC), sehingga segi manfaatnya lebih banyak berkaitan dengan kebutuhan industri.

Penelitian tahapan berikutnya dapat diperluas dengan menggunakan pengganti PLC dari jenis yang lain agar memberikan mahasiswa pembekalan dan wawasan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton. W, 2015, *Programmable Logic Controllers*, Elsevier Ltd, USA.
- Electronics Training, 2009, *CX-ProgrammerTutorial*, Penn Foster.edu.
- James A Rehg, Glenn J. Sartori, 2013, *Programmable Logic Controllers*, Pearson Education Ltd, USA.
- Jobsheet Bengkel Listrik Semester VI*, 2010, Politeknik Negeri Semarang
- John Stenerson, 2004, *Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors, Communications*, Pearson Prentice Hall, USA.
- Khaled Kamel Ph.D, Eman Kamel. Ph.D, 2014, *Programmable Logic Controllers : Industrial Control*, Mc. Graw-Hill Education, USA.
- Omron, 1999, *CPM2A Programmable Controller Operation Manual*

- Omron , 2008, *Micro Programmable Controller CPM2A- Data Sheet*
- Omron, 2002, *CX- Programmer User Manual V3.0*
- Omron, 2003, *CX- Programmer Operation Manual V1.0*
- Omron Corporation, 2018, *Floatless Level Switch 61F-G* , [http:// www.ia.omron.com](http://www.ia.omron.com).
- Prih Sumardjati, Sofian Yahya, Ali Mashar, 2008, *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.