

RANCANG BANGUN SISTEM PEMBERSIHAN DAN PEMBILASAN PENAMPUNG AIR (TOREN) OTOMATIS BERBASIS PLC

Dendin Supriadi

Jurusan Teknik Otomasi - Politeknik TEDC Bandung

sdendin@gmail.com

ABSTRAK

Proses pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis ini pengaturannya menggunakan sistem kendali berbasis PLC OMRON CP1EN60DRA dengan dua sistem kendali, yaitu sistem kendali manual dan sistem kendali otomatis (*automatic*), pemilihan sistem yang akan digunakan dilakukan dengan cara memutar tombol selektor yang sudah tersedia pada HMI. Penelitian ini dibuat berdasarkan survey, bahwa dari 1000 rumah terdata, maka terdapat ± 400 rumah menggunakan penampung air (*Torn*) sebagai konsumsi harian rumah tangganya. Sebagian besar penampung air ditempatkan pada posisi 4-8 meter diatas permukaan tanah rumah, sehingga untuk perawatannya kecenderungan memiliki bahaya yang sangat besar, khususnya pada saat pembersihan dan pembilasan toren. Dengan adanya alat ini maka bahaya bagi si pengguna semakin diperkecil, pengguna tidak peberhubungan langsung dengan toren oleh karena proses pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) sudah dilakukan oleh mesin yang dikendalikan dari dalam rumah melalui layar *Human machine Interface* (HMI). Pada perangkat HMI inilah semua proses yang akan dilakukan di penampung air dikendalikan mulai dari pembersihan, pembilasan hingga pengisian air kedalam torn. Dengan terciptanya alat ini tentunya berdampak baik pada keamanan pengguna. Sistem pembersih penampung air (toren) otomatis hanya membutuhkan waktu 7 menit 3 detik dengan 3 kali siklus, *user* hanya tinggal menginputkan saja data tanggal, bulan, tahun, jam dan menit untuk melakukan pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) di layar HMI pada panel *control*, motor pembersih menggunakan motor kapasitor dengan 1600 rpm (rotasi permenit) Perbandingan Gear 1:6, karena untuk mereduksi daya motor yang besar. Motor listrik yang digunakan adalah motor listrik AC (motor listrik kapasitor) dengan daya 1HP, menghasilkan torsi sebesar 3.28Nm Dimana $T = (5252.1)/1600$.

Kata Kunci : PLC OMRON CP1EN60DRA, HMI, Motor Kapasitor

ABSTRACT

The process of cleaning and flushing the automatic water container (toren) is arranged using PLC control system OMRON CP1EN60DRA with two control systems, namely manual control system and automatic control system, the selection of system to be used is done by rotating the available selector button on HMI. This study was based on a survey, that out of 1000 houses recorded, there are + 400 houses using water container (Torn) as daily consumption of household. Most water containers are placed in positions 4-8 meters above the soil surface of the house, so for the maintenance tendency has a very big danger, especially at the time of cleaning and rinsing toren. With this tool, the danger for the user is further reduced, the user is not directly related to toren because the cleaning and rinsing process of water container (toren) has been done by machine controlled from inside the house through Human Machine Interface (HMI) screen. In this HMI device all the processes that will be carried out in the water container is controlled starting from cleaning, rinsing to filling the water into torn. With the creation of this tool would have a good impact on user security. The automatic water recovering system takes only 7 minutes 3 seconds with 3 cycles, the user only inputs date, month, year, hour and minute data to clean and flush the water container (toren) on the HMI screen on the panel control, the motor cleaner uses a capacitor motor with 1600 rpm (rotation permenit) Comparison of Gear 1: 6, due to reducing large motor power. Electric motors used are AC electric motors (electric motors capacitors) with 1HP power, generating torque of 3.28Nm Where $T = (5252.1) / 1600$.

Keyword : PLC OMRON CP1EN60DRA, HMI, Capacity motor

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya yang sangat diperlukan mahluk hidup untuk memenuhi kebutuhan hidup. Kegunaan air bersifat *universal* atau menyeluruh dari setiap aspek kehidupan, baik jika dilihat dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Aktivitas yang padat dapat membuat individu, organisasi dan perusahaan banyak membutuhkan perangkat-perangkat *hardware* yang cukup efisien untuk menggantikan kerja masyarakat yang dilakukan secara manual. Sebuah kerja sistem yang dapat berjalan secara otomatis akan sangat

dibutuhkan dalam perkembangan teknologi saat ini, khususnya teknologi yang dapat berperan penting dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari.

Maka pada saat ini masyarakat akan sangat membutuhkan suatu teknologi atau alat yang dapat secara efisien membersihkan wadah penyimpanan air bersih atau dikenal dengan sebutan toren. Pada jaman sekarang ini, banyak perumahan dan juga instansi telah menggunakan toren sebagai tempat penampungan air bersih dengan berbagai ukuran dan merk. Akan tetapi yang terjadi adalah masyarakat sering terlupakan bahwa tempat

penampungan air tersebut harus selalu dibersihkan secara rutin.

Realitas yang terjadi saat ini adalah masyarakat harus membersihkan toren secara manual, hal tersebut diperlukan waktu yang lama dan hasilnya kurang memuaskan atau tidak bersih. Peralatan yang disiapkan untuk melakukan pembersihan toren menggunakan alat-alat yang cukup banyak. Sebagai contoh adalah ember yang berguna untuk menampung semua peralatan bersih-bersih, gayung, spon yang mempunyai bagian kasar untuk menggosok, sikat baju atau lantai, kursi kecil, dan selang yang tidak terlalu panjang. Berkas perkembangan teknologi saat ini penulis ingin membuat efisiensi dan kemudahan dalam pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) secara otomatis.

Menurut jurnal Reza Nursyah Putra (2014:1) mengungkapkan bahwa "Alat pembersih toren otomatis sudah tidak perlu lagi untuk menyiapkan alat-alat dalam melakukan pencucian toren. Alat tersebut akan berkerja secara otomatis melakukan pencucian toren, Dengan alat pembersih toren otomatis, toren dapat dibersihkan secara otomatis dengan skema kerja ketika sensor air membaca data pada posisi *limit*, maka alat pembersih toren akan melakukan pencucian toren, Alat pembersih toren otomatis tidak memakan waktu yang lama dalam proses pembersihan toren. Pengguna hanya menunggu informasi berupa sms yang akan dikirimkan dari alat tersebut berupa pemberitahuan bahwa alat pembersih toren telah melakukan pembersihan toren".

Hasil penelitian penulis dilapangan air yang terdapat pada tangki masih mengandung mikroorganisme termasuk spora lumut. Inilah yang menyebabkan lama kelamaan akan muncul kerak lumut yang menempel di dinding tangki air. Di tambah lagi tangki air biasanya dipasang di menara yang jauh dari jangkauan manusia. Hal ini menyebabkan kurangnya perhatian pemilik kepada kebersihan tangki air. Padahal jika terjadi masalah di sana akan berdampak pada kualitas air yang digunakan tiap harinya.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu perangkat yang dapat menggantikan kerja manusia untuk dapat melakukan pencucian toren tersebut. Dalam perkembangan teknologi saat ini, masyarakat berharap adanya perangkat *hardware* untuk menanggulangi masalah tersebut. Sehingga masyarakat tidak perlu mempersiapkan waktu kembali untuk melakukan pencucian toren.

Berdasarkan permasalahan di atas, maka penulis mengambil judul "**Rancang Bangun Sistem Pembersihan dan pembilasan Penampung Air (Toren) Otomatis Berbasis PLC**".

1.2 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan khusus penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengatur dalam 1 siklus pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis.
2. Bagaimana memanfaatkan I/O PLC dan arduino.
3. Bagaimana mengatur sistem pembilasan dalam jangka waktu yang ditentukan.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas penulis membatasi masalah pada rancang bangun sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis berbasis PLC sebagai berikut :

1. Pembahasan fokus pada bagian pembersihan dan pembilasan.
2. Menginputkan setpoint tanggal, bulan, tahun, jam dan menit.
3. Hanya 3 kali siklus proses pembersihan.

II. LANDASAN TEORI

2.1 Human Machine Interface (HMI)

Human Machine Interface (HMI) adalah sistem yang menghubungkan antara manusia dan mesin. HMI dapat berupa pengendali dan *visualisasi* status, baik dengan manual maupun melalui *visualisasi* komputer yang bersifat *real time*. Yang di maksud dengan *time real* disini adalah kondisi pengoperasian dari suatu sistem perangkat keras dan perangkat lunak yang dibatasi oleh rentang waktu dan memiliki tenggang waktu (*deadline*) yang jelas, relatif terhadap waktu suatu peristiwa atau operasi terjadi.

Tujuan digunakan-nya HMI adalah untuk meningkatkan interaksi antara operator dan mesin melalui tampilan di layar monitor. Dalam *industri manufacture* atau makanan HMI dapat berupa suatu tampilan *Graphic User Interface* (GUI) pada layar monitor yang akan dihadapi oleh operator suatu mesin maupun pengguna yang membutuhkan data kerja mesin. HMI mempunyai kemampuan dalam hal *visualisasi* untuk memonitoring dan data mesin yang terhubung secara *online* dan *real time*. HMI akan memberikan suatu gambaran kondisi mesin yang berupa *bit-lamp* indikator dan pemetaan mesin produksi di layar monitor dimana dapat dilihat bagian mesin mana yang sedang bekerja atu aktif.



Gambar 2.1 *Hardware Human Machine Interface* (HMI).

Selain itu pada HMI terdapat juga *visualisasi* pengendali mesin berupa push button, input *reference* dan sebagainya yang dapat difungsikan

untuk mengontrol atau mengendalikan mesin sebagaimana mestinya dan fungsinya. Selain itu pada HMI dapat ditampilkan alarm jika terjadi kondisi bahaya di dalam mesin. Sebagai tambahan, HMI dapat juga menampilkan data-data rangkuman kerja mesin secara *grafic*. Sistem HMI biasanya bekerja secara *online* dan *real time* dengan membaca data yang dikirimkan melalui I/O *port* yang digunakan oleh *controller*. *Port* yang biasanya digunakan untuk *controller* dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah *port com*, *port USB*, *port RS232* dan ada pula yang menggunakan *port serial*.

2.2 Sambungan komunikasi HMI Weintek MT6070iH

Sambungan komunikasi yang biasanya digunakan untuk *controller* dan akan dibaca oleh HMI antara lain adalah *port com*, *port USB*, *port RS-232*, RS-422, RS-485. *Port* yang digunakan pada HMI Weintek ini menggunakan *protocol port serial* RS-232 yang telah tersediapada HMI Weintek MT6070iH dan PLC OMRON CP1E-N60DR-A. (Gambar.)

COM1 / COM2 [RS232]		PIN#	Symbol	COM1 [RS232]	COM2 [RS232]
	1	Not used			
	2	RxD	Received Data		
	3	TxD	Transmitted Data		
	4	TxD			Transmitted Data
	5	GND			Signal Ground
	6	RxD			Received Data
	7	RTS	Ready to send output		
	8	CTS	Clear to send input		
	9	Not used			

COM1 / COM3 [RS485] COM3 [RS232]		PIN#	Symbol	Com1 [RS485]w	Com1 [RS485]d	Com3 [RS485]	Com3 [RS232]
	1	Rx-	Data-	Rx-			
	2	Rx+	Data+	Rx+			
	3	Tx-					
	4	Tx+					
	5	GND					
	6	Data-					Data-
	7	TxD					Transmit
	8	RxD					Receive
	9	Data+					Data+

Gambar 2.2 Wire Connector HMI to PLC

2.3 Software EasyBuilder 8000

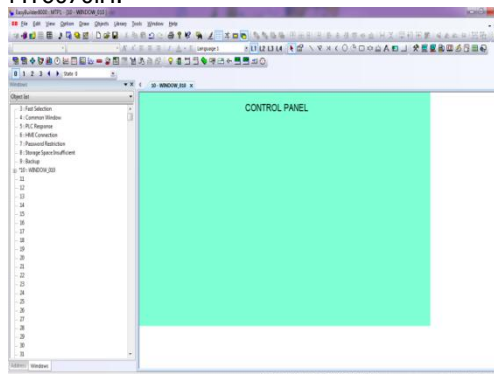
EasyBuilder 8000 adalah *software* untuk membuat program pada *Human Machine Interface* (HMI) weintex yang telah menyediakan berbagai fitur untuk membangun suatu tampilan panel *interface* yang lebih komunikatif. Komponen-komponen yang tersedia telah mendukung berbagai pemodelan *system interface* antara manusia dan mesin yang lebih mudah dipahami oleh operator.

EasyBuilder 8000 mendukung semua tipe media komunikasi standar yang digunakan oleh industry, seperti media komunikasi standar yang digunakan oleh industry, seperti media komunikasi menggunakan USB, RS-232, RS-485. Komunikasi yang dilakukan *point to point* dan atau *point to multipoint*. Perangkat lunak ini telah dirancang sedemikian rupa agar dapat berkomunikasi dengan berbagai tipe *Programmable Logic Controller* (PLC)

EasyBuilder 8000 tidak hanya menampilkan *visualisasi* pengendali mesin berupa *push button*, input *reference* dan sebagainya yang dapat difungsikan untuk mengontrol atau mengendalikan mesin sebagaimana mestinya. Selain itu pada HMI dapat ditampilkan alarm jika terjadi kondisi

abnormal dan bahaya pada saat mesin sedang bekerja. Sebagai tambahan, HMI dapat juga menampilkan data-data rangkuman kerja mesin secara *grafik* secara *real time*.

Pada EasyBuilder 8000 terdapat *Tool menu* yang menyediakan berbagai macam objek untuk dapat kita gunakan pada setiap page penerapan HMI yang kita bangun. Berikut merupakan menu yang sering kita gunakan dibagi menjadi tiga kelompok: *Edit menu*, *Objects menu*, *tools menu*. Berikut ini merupakan tampilan jendela antarmuka keseluruhan *project* pada EasyBuilder 8000 untuk membangun tampilan pada HMI Weintek MT6070iH.



Gambar 2.3 Tampilan Jendela EasyBulder 8000.

2.4 Programmable Logic Control (PLC)

Pada bagian ini akan dijelaskan tentang definisi PLC. Menurut NEMA (*National Electrical Manufacturers Association - USA*), definisi PLC adalah Alat elektronika digital yang menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan instruksi dan untuk menjalankan fungsi – fungsi khusus seperti : logika, *sequence* (urutan), *timing* (pewaktuan), penghitungan dan operasi aritmetika untuk mengendalikan mesin dan proses.

Definisi PLC (Programmable Logic Control) menurut penulis adalah suatu alat elektronik yang dapat di program dengan konsep logika secara berulang-ulang untuk mengendalikan output sesuai dengan input yang di peroses oleh CPU yang dikhususkan untuk mengontrol sistem industri dan didesain untuk tahan terhadap lingkungan industri yang banyak gangguan (*noise*, *vibration*, *shock*, *temperature*, *humidity*). Pada (PLC) terdapat module I/O (Input/Output) yang sebagai terminal untuk pengawatan atau *wiring*. Pada PLC juga terdapat modul I/O yang digunakan sebagai pengubah dari sinyal analog ke sinyal digital (ADC) dan pengubah dari sinyal digital ke sinyal analog (DAC).

PLC merupakan “komputer khusus” untuk aplikasi dalam industri, untuk memonitor proses, dan untuk menggantikan *hard wiring* control dan memiliki bahasa pemrograman sendiri. Akan tetapi PLC tidak sama akan personal *computer* karena PLC dirancang untuk instalasi dan perawatan oleh teknisi dan ahli listrik di industri yang tidak harus mempunyai *skill* elektronika yang tinggi dan

memberikan fleksibilitas kontrol berdasarkan eksekusi instruksi logika. Karena itulah PLC semakin hari semakin berkembang baik dari segi jumlah input dan output, jumlah *memory* yang tersedia, kecepatan, komunikasi antar PLC dan cara atau teknik pemrograman. Hampir segala macam proses produksi di bidang industri dapat diotomasi dengan menggunakan PLC. Kecepatan dan akurasi dari operasi bisa meningkat jauh lebih baik menggunakan sistem kontrol ini. Keunggulan utama dari PLC adalah kemampuannya untuk mengubah dan meniru proses operasi di saat yang bersamaan dengan komunikasi dan pengumpulan informasi-informasi vital.



Gambar 2.4 Hardware *Programmable Logic Control* (PLC).

Berdasarkan namanya konsep PLC adalah sebagai berikut:

- a) *Programmable*, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dengan mudah diubah-ubah fungsi atau kegunaannya.
- b) *Logic*, menunjukkan kemampuan dalam memproses input secara aritmatik dan logic (ALU), yakni melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, AND, OR, dan lain sebagainya.
- c) *Controller*, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

PLC ini dirancang untuk menggantikan suatu rangkaian relay sequensial dalam suatu sistem kontrol. Selain dapat diprogram, alat ini juga dapat dikendalikan, dan dioperasikan oleh orang yang tidak memiliki pengetahuan di bidang pengoperasian komputer secara khusus. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan software khusus dari industri pembuatnya yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan. Alat ini bekerja berdasarkan input-input yang ada dan tergantung dari keadaan pada suatu waktu tertentu yang kemudian akan meng-ON atau meng-OFF kan output-output. 1 yang menunjukkan bahwa keadaan input atau outputnya sedang aktif sedangkan 0 yang berarti menunjukkan bahwa keadaan input atau outputnya sedang tidak aktif. PLC juga dapat diterapkan untuk pengendalian sistem yang memiliki input output yang jumlahnya banyak.

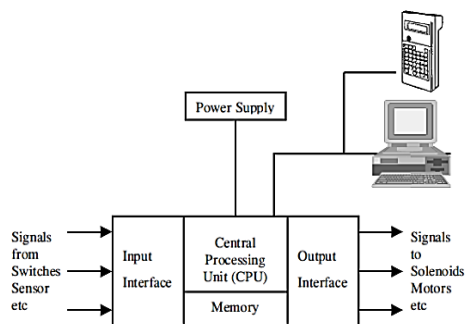
PLC berguna sebagai pusat kendali sistem kontrol seperti otak pada manusia. Sumber power yang dapat diberikan pada PLC umumnya 220V AC atau 24V DC. Pada prinsipnya membuat program pada PLC adalah memanipulasi data/variable yang tersimpan pada memori sehingga output sesuai keinginan. PLC memungkinkan mengontrol banyak sistem hanya dengan 1 unit PLC tidak seperti pada sistem kontrol *convensional* yang sangat banyak membutuhkan *relay* sebagai pengontrol kondisi output yang diinginkan.

Ada beberapa komponen yang membantu PLC agar bisa berfungsi dasar sebagaimana mestinya. Beberapa komponen diantaranya adalah *power supply*, *central processing unit (CPU)*, dan *memori*. *Power supply* (catu daya) merupakan sumber tegangan yang dibutuhkan oleh PLC agar PLC dapat *ON/running*, spesifikasi catu daya harus berpanduan pada spesifikasi jenis sumber PLC yang digunakan (AC atau DC) dan nominal tegangan untuk dihubungkan pada PLC tersebut. Biasanya sumber tegangan pada PLC bernilai 220V AC atau 24V DC.

CPU adalah sebuah *microprocessor* yang mengkoordinasi segala aktivitas sistem di dalam PLC. Mengeksekusi program, Pengolahan sinyal I/O, instruksi logika, *aritmatika* dan komunikasi dengan perangkat luar. Jadi CPU ini bisa dikatakan fungsinya sama seperti CPU di komputer hanya saja CPU pada PLC berukuran kecil dan berkapasitas kecil. Memori adalah satu bagian pada PLC yang menyimpan sistem operasi PLC dan data pengguna (*user*). Memori PLC terbagi menjadi 4 bagian: *Read Only Memory (ROM)*, *Random Access Memory (RAM)*, *Erasable Programmable Read Only Memory (EPROM)*, *Electrically Erasable Read Only Memori (EEPROM)*. *Read Only Memory (ROM)*: Informasi yang ada di dalam ROM hanya dapat dibaca saja. Informasi dimasukkan ke dalam ROM oleh pabrik pembuat untuk digunakan oleh CPU. Salah satu jenis dari ROM adalah PROM (*Programmable Read Only Memori*). PROM merupakan cara yang sederhana untuk menyimpan kumpulan program. Untuk melakukan pemrograman PROM membutuhkan suatu unit khusus yang menerima program hasil pengembangan CPU, yang kemudian dipanggil ke dalam programmer PROM.

Erasable Programmable Read Only Memori (EPROM). EPROM menyimpan data secara permanen seperti ROM, tetapi ROM tidak membutuhkan *battery backup*. Isi memori EPROM bisa dihapus dengan penyinaran sinar Ultraviolet. Sebuah PROM *writer* diperlukan untuk memprogram kembali memori.

Electrically Erasable Programmable Read-Only Memori (EEPROM). EEPROM merupakan kombinasi fleksibilitas akses dari RAM dan *non-volatility* dari EPROM. Isi memorinya bisa dihapus dan diprogram ulang secara elektris, tetapi tetap mempunyai batas dalam jumlah program ulang.



Gambar 2.5 Bagian-bagian dalam PLC

2.5 PLC OMRON CP1E-N60DR-A

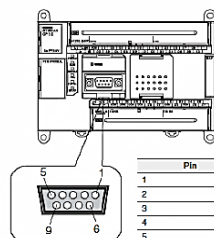
PLC yang digunakan pada plant ini adalah **PLC OMRON CP1E-N60DR-A** yang dikembangkan oleh OMRON sebuah perusahaan vendor otomasi. Pada PLC ini terdiri dari *built-in* RAM dan *built-in* EEPROM. *Built-in* RAM digunakan sebagai eksekusi memori, program *users* (pengguna), konfigurasi PLC, dan memori I/O disimpan pada memori ini. *Built-in* EEPROM digunakan sebagai *backup memory*.

Dari tabel diatas dijelaskan bahwa CP1E-N60DR-A harus diberi catu daya 100 to 240 VAC. PLC ini memiliki 36 input digital dengan 24 output digital. Nilai digital hanya berlogika 1 atau 0. PLC ini memiliki kapasitas program sebesar 8K steps dan kapasitas data memori sebesar 8K word. Tipe output yang di miliki oleh PLC ini adalah relay dan dilengkapi dengan power supply eksternal 24 VDC.



Gambar 2.6 Hardware PLC OMRON CP1E
2.6 Sambungan Komunikasi PLC OMRON CP1E- N60DR-A

Pada *system* ini PLC yang digunakan tipe CP1E, dengan kecepatan 115.200 bps. Serial *port* yang dipakai adalah *built-in serial port*, metode koneksi RS-232 yang telah tersedia pada PLC CP1E-N60DR-A.



Gambar 2.7 Serial port RS-232 PLC CP1E

2.7 Motor Listrik

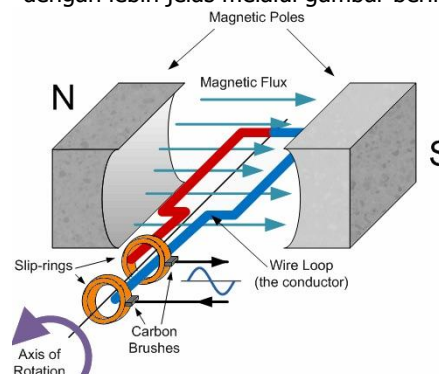
Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk : memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain sebagainya. *Motor listrik* digunakan juga di rumah (mixer, bor listrik, fan atau kipas angin) dan di industri. Motor listrik dalam dunia industri seringkali disebut dengan istilah “kuda kerja” nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

2.7.1 Prinsip Kerja Motor Listrik PERANCANGAN SISTEM

Prinsip kerja motor listrik pada dasarnya sama untuk semua jenis motor secara umum :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya,
2. Kawat yang membawa arus dibengkokkan menjadi sebuah lingkaran/loop, maka kedua sisi loop, yaitu pada sudut kanan medan magnet, akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan,
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga putar/torque untuk memutar kumparan,
4. Motor-motor memiliki beberapa loop pada dinamanya untuk memberikan tenaga putaran yang lebih seragam dan medan magnetnya dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

Prinsip kerja motor listrik dapat dijelaskan dengan lebih jelas melalui gambar berikut :



Gambar 2.8 Prinsip kerja motor listrik

2.7.2 Motor kapasitor start (starting capacitor)

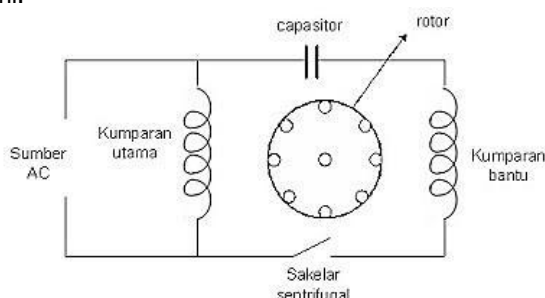
Motor kapasitor start ini merupakan jelmaan dari motor fasa belah, tetapi mempunyai kapasitor yang dihubungkan seri dengan belitan bantu dan sakelar sentrifugal, secara konstruktif sama persis, hanya ditambah satu unit kapasitor untuk memperbesar kopel awal (start). Seperti dikatakan di awal prinsip kerja motor kapasitor start ini sama seperti motor induksi, yaitu jika pada lilitan utama diberikan sumber arus maka akan terjadi medan magnet putar (fluks magnet) yang ada dan besarnya sama, tidak ada resultan gaya. Tetapi dengan adanya lilitan bantu

dan kapasitor maka ada beda fasa diantara keduanya, disinilah terjadi fluksi magnit dan resultan gaya yang berbeda maju atau mundur tergantung besarnya resultan gayaitu sendiri dan pada umumnya terjadi resultan gaya searah jarum jam sehingga motor dapat berputar ke kanan. Setelah motor berputar 75% dari putaran nominal maka sakelar sentrifugal bekerja memutuskan rangkaian lilitan bantu dan motor bekerja hanya dengan lilitan utama.

Keuntungan jenis motor kapasitor start ini dibanding dengan type motor fasa belah adalah:

- Mempunyai kopel yang lebih kuat.
- Faktor kerjanya lebih besar (mendekati 1)

Secara konstruksi rangkaian kelistrikan motor kapasitor start dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

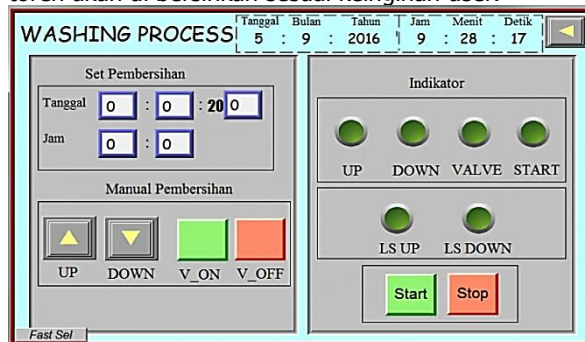


Gambar 2.9. Motor start kapasitor

III. PRANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem Kendali PLC

Sistem kontrol pada sistem pengendalian pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis ini, penulis menggunakan PLC Omron CP1EN60-DRA. Inputan PLC dibaca menggunakan data digital sesuai *setpoint* kapan toren akan di bersihkan sesuai keinginan *user*.



Gambar 3.1 Tampilan *from mode control cleaning*

3.2 Komunikasi HMI Dan PLC

Penerapan HMI sebagai control dan monitoring pada *system* alat yang dirancang tidak lepas dari PLC yang berfungsi sebagai pengendali penuh dari *system*, PLC berfungsi sebagai pengontrol pada alat yang dimana semua parameter yang terdapat pada alat akan diproses oleh PLC dan akan memberikan *action* untuk alat agar mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diinginkan. HMI bekerja secara

terintegrasi dengan PLC karena pada HMI akan menampilkan apa yang diproses oleh PLC dan HMI juga berfungsi sebagai pemberi input pada PLC untuk *mensetting* parameter yang akan diproses oleh PLC agar mendapatkan performa mesin untuk mendapatkan hasil yang bagus.

3.3 Konfigurasi komunikasi

Agar HMI dapat berkomunikasi dengan PLC, maka harus ada sarana *interface* yang memungkinkan agar keduanya dapat saling berkomunikasi, untuk menghubungkan HMI dan PLC dapat menggunakan *com ports*, RS-232, RS-485, atau dengan *port ethernet*. Untuk jalur komunikasi ini kita harus menyesuaikan dengan *hardware*, untuk memudahkan kita dapat menggunakan *port* yang telah terdapat pada kedua *hardware*, seperti RS-232 dan *port ethernet*.

a. Koneksi HMI MT- 6070iH dengan PLC Omron CP1EN60DRA

Pada kesempatan ini digunakan koneksi port RS-232 selain untuk memudahkan dalam pengaturan konfigurasi, *port* RS-232 juga telah terdapat pada *hardware* HMI maupun PLC sehingga mudah dalam pemasangan. (Gambar 3.50 Sambungan kabel RS-232).

9P D-Sub to 9P D-Sub:

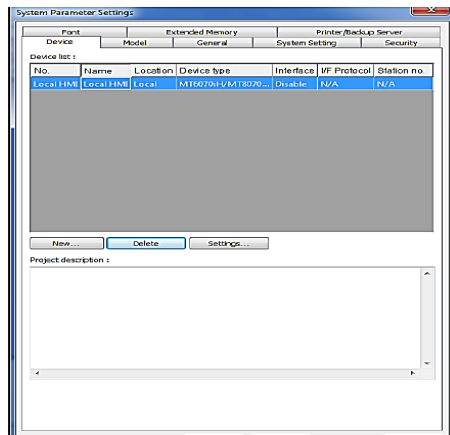
HMI COM1 RS232 9P D-Sub Male	HMI COM2 RS232 9P D-Sub Male	HMI COM3 RS232 9P D-Sub Female	OMRON CPU RS232 9P D-Sub
2 RX	6 RX	8 RX	2 SD
3 TX	4 TX	7 TX	3 RD
5 GND	5 GND	5 GND	9 GND
			4 RS circuit
			5 CS

Gambar 3.49 Sambungan kabel RS-232

b. Setting komunikasi pada HMI.

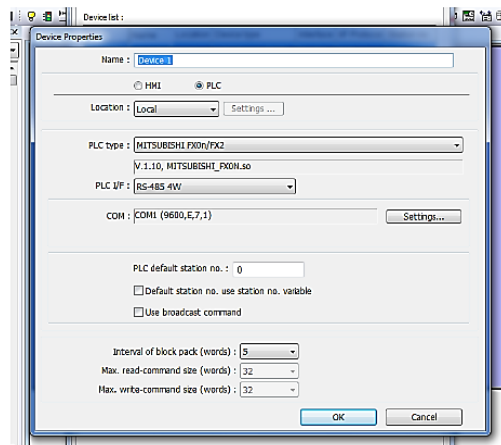
Agar HMI dan PLC dapat berkomunikasi dengan baik maka kita harus melakukan *setting* komunikasi pada *software* HMI untuk menentukan jalur komunikasi yang digunakan, untuk *setting* dapat kita lakukan pada EasyBuilder8000 sebagai *software* HMI.

- Untuk melakukan *setting* komunikasi kita dapat melakukan pada *menu System Parameter Setting*, seperti pada (Gambar *System Parameter setting*).



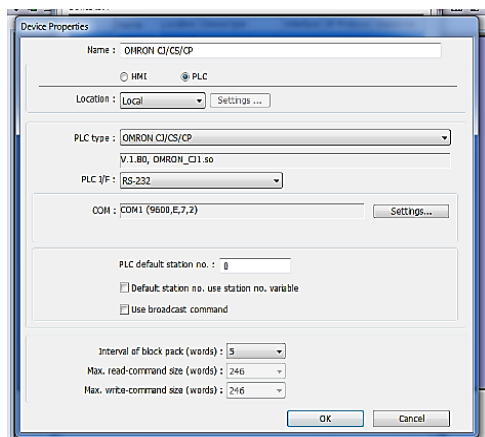
Gambar 3.2 System Parameter setting

- Setelah keluar tampilan menu seperti gambar kita pilih *New* maka akan keluar tampilan *menu Device Properties*, seperti pada gambar (Gambar 3.2 *Device properties*).



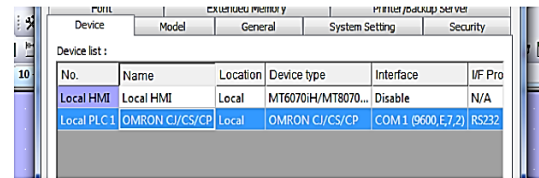
Gambar 3.3 Device properties

- Setelah keluar menu *Device Properties* kita harus memilih *PLC type*, *PLC I/F*, dan *COM*, yang sesuai dengan PLC yang akan kita gunakan, seperti (Gambar 3.52 *Device properties*)



Gambar 3.4 Device properties

- Apabila telah selesai menyesuaikan PLC seperti pada (Gambar), klik OK apabila berhasil maka akan terdapat *list hardware* baru, seperti (Gambar 3.53 *Setting komunikasi*)



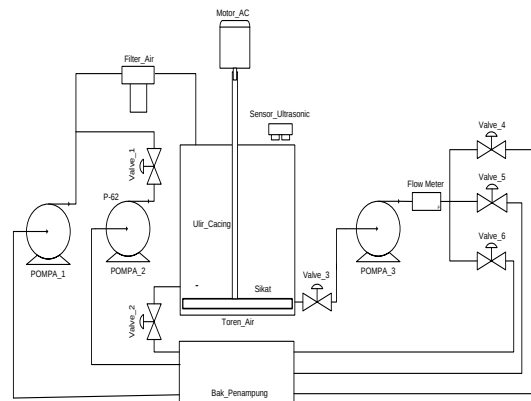
Gambar 3.5 Setting komunikasi

Apabila konfigurasi sesuai dengan HMI dan PLC yang akan kita gunakan maka interface antara PLC dan HMI akan berkerja dengan baik dan HMI siap digunakan sebagai pengontrol dan untuk memonitoring kerja mesin.

3.4 Rancangan Desain Plant

Pada perancangan tugas akhir ini penulis akan merancang konstruksi keseluruhan pada *plant water level control* berupa bentuk gambar dan tata letak komponen yang dirancang menjadi sebuah sistem kontrol. Berikut perancangan mekanik yang akan penulis buat:

3.4.1 Sketsa Alat



Gambar 3.6 Diagram skematik sistem pengendalian pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis.

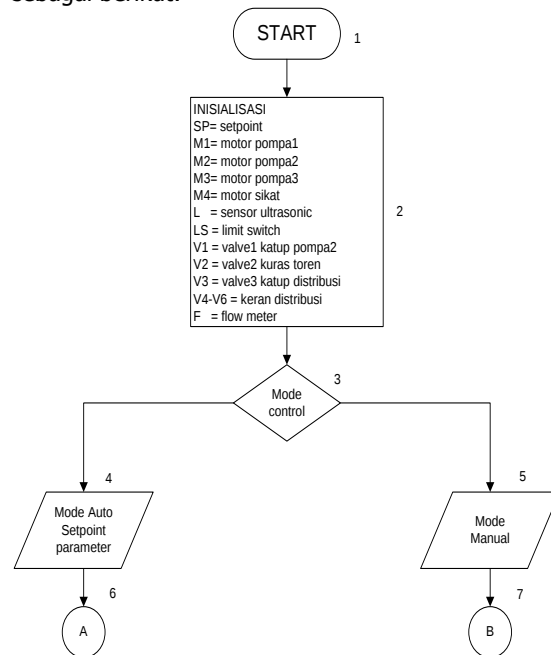
Pada gambar 3.6 menggambarkan tentang sketsa keseluruhan *plant* rancang bangun sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis berbasis PLC. Akan tetapi penulis akan mengambil pembahasan mengenai *system* pembersihan dan pembilasan. Input *setpoint* pembersihan dan pembilasan di masukan melalui HMI. Nilai *setpoint* yang telah di tentukan. Jika nilai yang sudah di tentukan berbeda maka motor penggerak sikat tidak akan berputar dan proses pembersihan akan meminta inputan *setpoint* dan akan muncul pemberitahuan. Dalam *project* ini menggunakan PLC OMRON CP1EN60DRA.

3.5 Flowchart Sistem

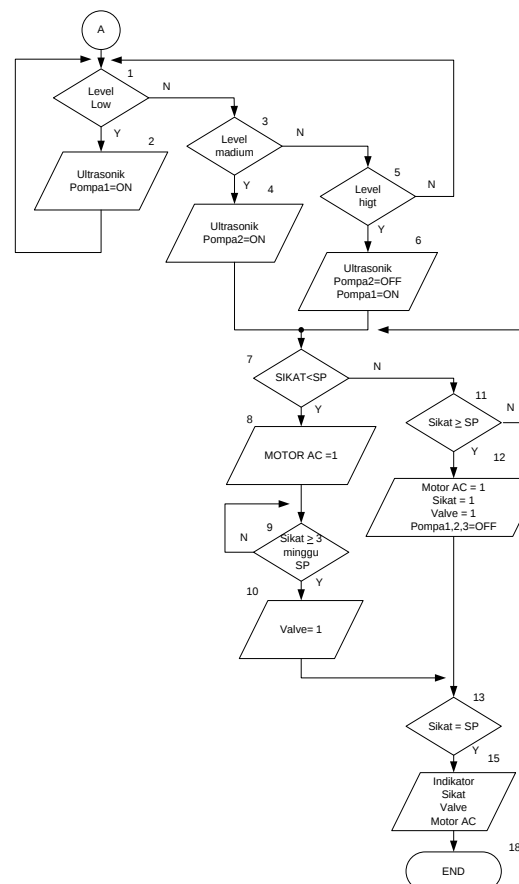
Untuk mempermudah perancangan *software* yang akan penulis buat maka langkah pertama yang harus dilakukan ialah membuat *flowchart*. Berikut ini merupakan *algoritma* dari kontrol *plant* rancang bangun mesin pembersihan tanki air otomatis :

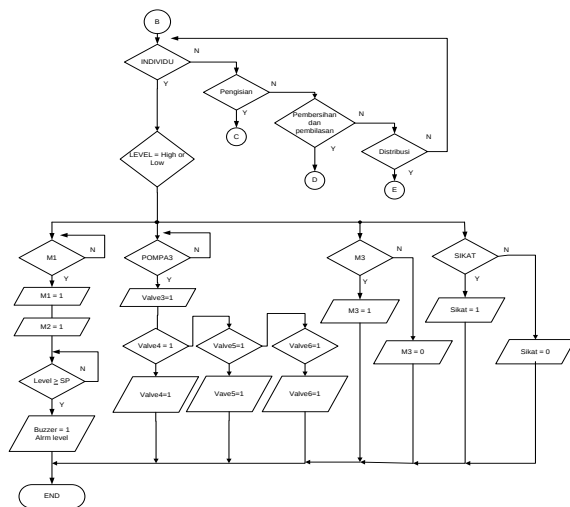
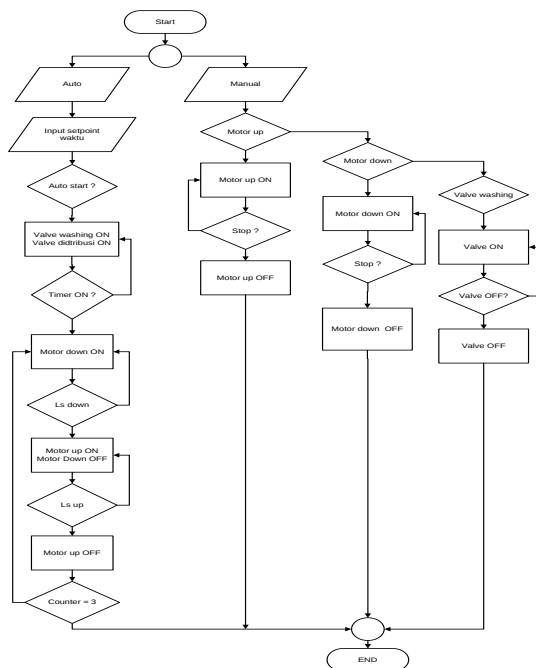
- Jika tombol *emergency* tidak ON maka *system* dapat berjalan. Tombol ini berfungsi menghentikan *system* secara paksa jika *system* dalam ke adaan berbahaya.
- Sebelum running atau pada saat tombol start di tekan maka *system* mengecek *level* air pada toren. Apakah *low*, *medium* atau *high*.
- Jika *level medium/high* maka *setpoint* level dapat di inputkan dari HMI ke *system*. Jika *level low* maka *error level* akan di tampilkan agar air segera ditambahkan hingga mencapai *medium/high*.
- Setelah *level* dalam kondisi *medium* atau *high* maka pompa distribusi siap mengalirkan air pada *plant*.
- User bisa memilih mode yaitu mode *manual* atau mode *auto*.
- Setelah mode dipilih, *setpoint* level air bisa di inputkan melalui tampilan HMI, MOTOR_PUMP1 dan MOTOR_PUMP2 akan ON untuk mengisi air ke dalam toren setelah selesai dengan *setpoint* yang telah di inputkan oleh *user* maka MOTOR_PUMP3 akan mendistribusikan dan akan di ukur berapa meter kubik air yang mengalir terhadap *plant* distribusi.
- Sensor *ultrasonik* akan menampilkan kondisi *level* air pada toren air.
- Jika sensor *watermeter* sudah menunjukan keadaan toren yg sudah kotor maka user harus menginputkan *setpoint* tanggal kapan toren akan di bersihkan.
- Jika nilai *setpoint* sudah di tentukan maka VALVE_2 akan membuang smuah air yang berada di dalam toren, jika sudah kosong maka sabun akan disemprotkan ke seluruh dinding toren dan MOTOR_SIKAT akan mulai bekerja untuk memutarakan sikat naik turun selama 10 menit, setelah slesai menyikat akan dibilas dengan air dn MOTOR_PUMP1 akan on untuk membilaskan sisa-sisa lumut yang menempel di dinding toren sampai 3 kali sirkulasi pembilasan.

Berdasarkan *algoritma* yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat di gambarkan *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3.7 *flowchart* mesin pembersih tanki air otomatis keseluruhan



Gambar 3.8 *flowchart* AutoGambar 3.9 *flowchart* manualGambar 3.10 *flowchart* pembersihan dan pembilasan toren

Dari gambar *flow chart* diatas kita dapat memahami proses instruksi keseluruhan pada sistem rancang bangun mesin pembersih tanki air otomatis dimana setiap sistem akan dibagi menjadi empat *sub* program yaitu :

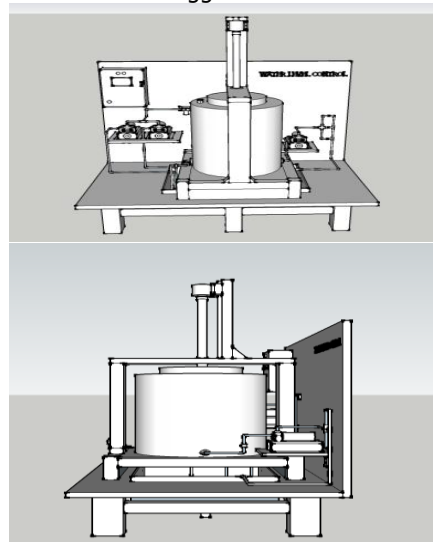
- program keseluruhan,
- Sub program pengisian,
- Sub program pembersihan dan pembilasan,
- Sub program distribusi air.

Dari *flowchart* diatas penulis fokus membahas tentang pembersihan dan pembilasan toren.

3.6 Design perancangan

sebelum melakukan perancangan *plant*, penulis melakukan perencanaan melalui *software* design gambar, hal ini dilakukan agar saat pengerjaan *plant* sesuai dengan ukuran yang telah di rencanakan. Gambar 3.8 Ukuran *plant* yang direncanakan adalah:

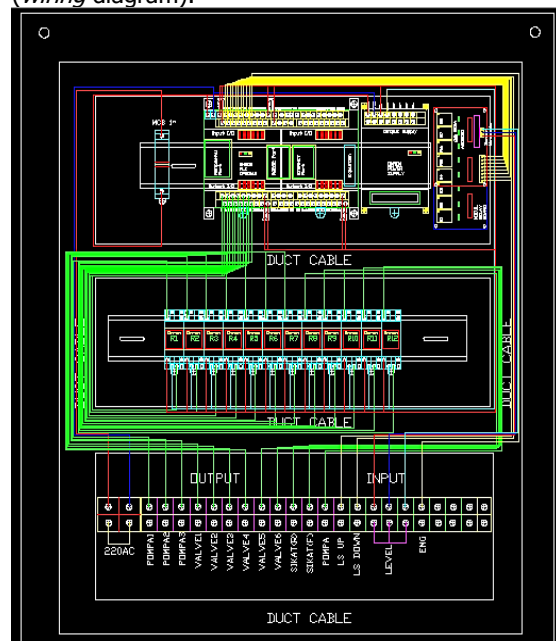
1. Panjang : 1500 mm
2. Lebar : 700 mm
3. Tinggi : 1400 mm



Gambar 3.11 Ukuran Plant pembersihan dan pembilasan penampung air (toren)

3.7 Perancangan Diagram Pengkabelan (- Wiring Diagram)

Perancangan diagram pengkabelan (*wiring diagram*) merupakan perancangan untuk panel *control* yang berfungsi sebagai pusat control dan kelistrikan. Berikut adalah gambar pengkabelan (*wiring diagram*).

Gambar 3.7 Diagram pengkabelan (*wiring diagram*)

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini diuraikan mengenai pengujian dan analisa sistem kontrol yang diterapkan pada *plant* kontrol rancang bangun sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis berbasis PLC omron CP1EN60DRA. Pengujian dan analisa ini dilakukan untuk merealisasikan desain perancangan bentuk alat Tugas Akhir *plant* proses pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis dan realisasi berapa lama waktu untuk pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis berbasis PLC omron CP1EN60DRA.

4.2 Bentuk *plant*

berikut adalah bentuk *plant* yang akan di *control*. Penulis fokus mengambil pembahasan pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) yang ditunjukkan pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1 *Plant* yang akan dikontrol

4.3 Pengujian Daya Beban

Pada tahap pengujian daya beban AC, penulis menguji beban pada saat proses *filling*, proses pembersihan dan pembilasan, proses distribusi. Pengujian daya beban dilakukan dengan mengukur tegangan dan arus menggunakan AVO meter Digital dengan rumus perhitungan: $P=V \times I$. Tabel 4.1 menunjukan hasil pengujian daya beban pada proses *filling*, proses pembersihan dan pembilasan toren, proses distribusi.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Daya Beban

Beban	Pengujian Tegangan (V)	Pengujian Arus (I)	Daya (VA)
Pompa_1	220	0,61	134,2
Pompa_2	220	0,50	110
Valve filling	220	0,11	24,2
Motor up	220	0,26	57,2
Motor down	220	0,24	52,8
Valve washing	220	0,06	13,2
Valve_1	220	0,07	15,4
Valve_2	220	0,09	17,6
Valve_3	220	0,08	17,6
Valve_4	220	0,14	30,8
Pompa_3	220	0,60	132

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa besarnya arus pada proses *filling* (1,22 A) dikarenakan pemakaian dua pompa untuk kebutuhan proses pengisian penampung air (toren). Sedangkan pada pembersihan dan pembilasan, arus yang dikonsumsi motor sikat (0,56 A) dalam kondisi proses *washing* dan yang terakhir adalah proses distribusi (0,98 A) dikarenakan hanya menggunakan satu pompa saja dan 4 *valve* untuk kebutuhan proses distribusi. Sehingga untuk daya PLN 1300 VA masih mampu untuk menjalankan alat *plant* ini.

4.3 Pengujian *cycle time* pembersihan pembilasan toren

Pengujian Motor Penggerak sikat ini bertujuan untuk mengetahui apakah motor bekerja dengan baik, dan berapa lama motor berputar untuk menggerakkan sikat pembersih.

Berikut hasil dari Pengujian dan Analisa adalah sebagai berikut:

Tabel 4.2 hasil pengujian *cycle time washing* manual.

NO	MANUAL KONTROL	KETERANGAN	WAKTU
1	1 siklus	Motor washing down	1 menit 18 detik
2	1 siklus	Motor washing up	1 menit 18 detik
3	2 siklus	Motor washing up dan down	2 menit 36 detik

Tabel 4.3 hasil pengujian *cycle time washing* automatic

NO	AUTOMATIC KONTROL	KETERANGAN	WAKTU
1	Proses automatic	Proses washing 3 kali siklus putara motor sikat up, down dan valve washing	7 menit 3 detik

Berdasarkan hasil pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa proses pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) pada saat manual atau konvensional pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) membutuhkan waktu ± 1 jam 30 menit, sedangkan peroses *automatic* dalam pembersihan dan pembilasan toren hanya membutuhkan waktu sebesar 7 menit 3 detik saja dan, untuk pengurasan penampung air tergantung dari level air didalam penampung air (toren) dikarenakan level airnya berubah-ubah jadi lama pengurasan air didalam penampung air (toren) berdasarkan level air pada penampung air (toren).

4.4 Pengujian Pengontrolan

Pada komunikasi HMI dan PLC dibutuhkan masukan alamat bit CIO atau nilai pada memory PLC, dimana alamat PLC yang akan dieksekusi disesuaikan dengan alamat pada HMI yang berinteraksi langsung dengan *user*. Untuk mengetahui kecepatan suatu komunikasi data maka diperlukan adanya pengujian response pada saat transmisi data. Response sistem dapat diketahui dengan melihat perubahan output apakah sesuai dengan program yang telah dimasukan pada kontroler sistem setelah diberikan intruksi.

Tabel 4.4, 4.5 dan 4.6 merupakan hasil pengujian dari pengiriman intruksi ON/OFF (*write and read digital control*) HMI-PLC dan pengiriman inputan nilai setpoint (tanggal, bulan, tahun, jam dan menit) pada HMI. Tabel 4.4 dan 4.5 menguji pengiriman intruksi ON/OFF pada kontrol digital yaitu input dan output melalui komunikasi data serial RS-232 HMI-PLC.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian ON/OFF (*Write Digital Control*) HMI-PLC

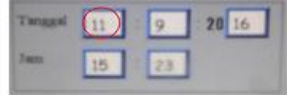
Input Point	Address	Write Command	Response
Auto Button	82.06	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Motor Up	80.04	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Motor Down	80.05	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Motor Up dan Down Off	81.14	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Valve On	80.06	ON	ON
		OFF	OFF
Manual Valve Off	81.03	ON	ON
		OFF	OFF
Auto Start On	80.07	ON	ON
		OFF	OFF
Auto Start On	81.04	ON	ON
		OFF	OFF

Tabel 4.5 Hasil Pengujian ON/OFF (*Read Digital Control*) HMI-PLC

Output Point	Address	Status	Read Condition
Indikator Auto	101.05	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Manual	101.06	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Motor Sikat Up	101.04	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Motor Sikat Down	100.04	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Valve (Washing)	101.03	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Auto Start	201.05	ON	ON
		OFF	OFF
Indikator Auto Stop	201.06	ON	ON
		OFF	OFF

Tabel 4.6 merupakan hasil pengujian dari pengiriman nilai setpoint yang diinputkan pada HMI dengan nilai yang terdapat pada memori PLC.

Tabel 4.6 Pengujian Setpoint pada HMI

No	Input Setpoint HMI	Memori PLC
1		
2		
3		
4		
5		

Berdasarkan pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa pengiriman intruksi ON/OFF (*write and read digital control*) HMI-PLC dan pengiriman inputan nilai setpoint (tanggal, bulan, tahun, jam dan menit) pada HMI sesuai dengan perubahan output yang terjadi pada *plant*.

V. PENUTUP

Pada bab ini merupakan penutup yang berisikan hasil akhir dari tugas akhir yang berbentuk suatu kesimpulan dan saran.

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diberikan dimulai dari perancangan, pembuatan, analisa dan pengujian, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis, dimulai dari pembuatan gambar kerja, menentukan cara kerja, pemilihan komponen yang diperlukan, pembuatan program PLC, pembuatan blok diagram, dan pembuatan desain tampilan pada HMI.
2. Pembuatan dilakukan dengan cara membuat gambar kerja, menentukan cara kerja, pemilihan komponen yang diperlukan, lalu Proses perakitannya meliputi pemasangan baud, pemasangan pipa, pemasangan motor pompa, pemasangan ulir dan *slider* pada motor *washing*, pemasangan *housing* komponen, pengelasan komponen kerangka mesin dan proses uji coba dari sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis adalah *cycle time*-nya, ketika *cycle time* di uji maka akan keluar hasil dari pengujian tersebut, berupa data perbandingan antara pembersihan konvensional (tenaga manusia) dengan sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis sudah tidak perlu lagi untuk menyiapkan alat-alat dalam melakukan pencucian penampung air (toren).
3. Sistem pembersih penampung air (toren) otomatis tidak memakan waktu yang cukup lama dalam proses pembersihan penampung air (toren) dibandingkan dengan cara konvensional (tenaga manusia) yang membutuhkan waktu ± 1 jam 30 menit untuk penampung air (toren) ukuran kapasitas tengki 250 liter sedangkan Sistem pembersih penampung air (toren) otomatis hanya membutuhkan waktu 7 menit 3 detik dengan 3 kali siklus, *user* hanya tinggal menginputkan saja data tanggal, bulan, tahun, jam dan menit untuk melakukan pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) di layar HMI pada panel *control*, motor *washing* menggunakan motor kapasitor dengan 1600 rpm (rotasi permenit) Perbandingan *Gear* 1:6, karena untuk mereduksi daya motor yang besar. Motor listrik yang digunakan adalah motor listrik AC (motor listrik kapasitor) dengan daya 1HP, agar menghasilkan torsi sebesar 3.28Nm Dimana $T = (5252.1) / 1600$.

5.2 SARAN

Pada penulisan tugas akhir ini, penulis memberikan saran-saran yang dapat meningkatkan kinerja dan pengembangan dari

sistem kendali proses rancang bangun sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis berbasis PLC. Adapun saran – saran yang ingin penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

Untuk pengembangan kedepan sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) ini dapat ditambahkan modul modem *gateway* Q2403 dan aplikasi android dalam alat pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis dapat melakukan *inrupt* melalui sms atau aplikasi untuk melakukan pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis dan dapat *diset* tanggal, bulan, tahun, jam dan menit melalui *smartphone*.

Sistem pembersihan dan pembilasan penampung air (toren) otomatis ini dapat melakukan monitoring dengan menggunakan SCADA (*Supervisory Control and Data Aquisition*) *system* dan penambahan modul *ethernet*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Automation, Rohtek (2015).
- [2] EasyBuilder 8000 User Manual All-in one.
Taipei, Taiwan : Weintek Corporation (2015).
- [3] Hidayat, Rohmat. (2013). *Perancangan Human Machine Interface (HMI) Pada Hitcut Machine Dengan PLC OMRON Sysmac CP1L*.
Semarang : Universitas Diponogoro
- [4] Reza Nursyah Putra, Tugas akhir : *Prototype alat pembersih toren otomatis menggunakan sms gateway pada Stmik Raharja*, STMIK RAHARJA, 2014.
- [5] Sony Hadian, Tugas Akhir: *Rancang bangun human machine interface (HMI) pada mesin pengisian dan penutupan botol sebagai monitoring dan control berbasis programmable logic control (PLC)*, Politeknik TEDC, 2015.