

PERANCANGAN SISTEM ANTARMUKA BERBASIS HMI PADA PERANGKAT KERAS PENGEMASAN AIR MINUM

Bagas Adi Luhung^{*)}, Sumardi, Budi Setiyono

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}E-mail: *luhung16@gmail.com*

Abstrak

Industri kecil menengah sekarang ini berkembang dengan baik. Sebagian besar UMKM masih ditemui kelemahan di sisi teknologi sebagai pendukung proses produksi. Kelemahan ini antara lain dalam hal terbatasnya bahan baku, ketidakmampuan mempertahankan kualitas pelayanan, produk, kurang mampu melakukan inovasi, serta peralatan dan teknologi produksi yang digunakan masih sangat sederhana. Salah satu system yang berfungsi untuk meminimalisir kelemahan tersebut adalah sistem SCADA. SCADA pada plant pengemasan air minum dibuat dengan menggunakan personal computer (PC) sebagai HMI dan master station, CX-supervisor sebagai program HMI. PLC Omron CPM1A sebagai jalur komunikasi antara master station dan slave station. slave station berupa modul I/O yang tersambung pada relay dalam plant pengemasan air minum. Manajemen informasi dirancang menggunakan MS Access 2007 sebagai pengimpaan database yang tersambung dengan HMI. Pada penelitian ini terdapat 4 pengujian yaitu pengujian pengontrolan, monitoring, delay dan database. Dari hasil 4 pengujian tersebut didapatkan sistem berjalan dengan baik. Pada pengujian pengontrolan tombol start dan stop, plant dapat dimulai dan dihentikan sesuai dengan keinginan. Pengujian monitoring, HMI dapat mengikuti segala kondisi pada plant. Pada pengujian delay di dapat adanya delay 0.59 detik antara komunikasi HMI dan PLC . Dan pada pengujian database semua informasi yang dibutuhkan dapat disimpan dengan baik pada MS access 2007.

Kata-kunci: PLC Omron CPM1A, Proses Pengisian, HMI, Database

Abstract

Small and medium scale industries are growing better nowadays. Most of Usaha Mikro Kecil Menengah (UMKM) still meets its drawback such as low level of technology in order to support the production process. The drawback comprises limitation of materials, inability of maintaining the quality of the product and service, lack of innovation, and less advance of production equipment and technology. One of systems that can be used to alleviate the problem is supervisory control and data acquisition (SCADA). SCADA in mineral water packaging plant is built by using personal computer (PC) as human-machine interface (HMI) and master station; CX-supervisor is used as HMI program. Omron PLC, CPM1A, is used as communication line between master and slave stations. Slave station is an input-output module that connected to relays in the plant. Information management was designed utilizing Microsoft Access 2007 as data storage connected to HMI. In this research, there are four assessments carried out; control, monitoring, delay and database assesments. Based on the assessments, it can be inferred that system worked well. In the control assessment, the start and stop button can start and stop process well, respectively. Monitoring assessment, HMI can follow all condition of the plant. In delay assessment obtained for delay 0.59 second between HMI and PLC And in the database assessment, all of required informations could be stored properly in Ms. Access 2007.

Keywords: PLC Omron CPM1A, Filling Process, HMI, Database

1. Pendahuluan

Industri kecil menengah sekarang ini berkembang dengan baik seiring dengan terbukanya pikiran masyarakat untuk membuka usaha sendiri dan menciptakan lowongan kerja daripada mencari lowongan kerja. Sebagian besar UMKM

masih ditemui kelemahan di sisi teknologi sebagai pendukung proses produksi. Kelemahan ini antara lain dalam hal terbatasnya bahan baku, ketidakmampuan mempertahankan kualitas pelayanan dan produk, kurang mampu melakukan inovasi, serta peralatan dan teknologi produksi yang digunakan masih sangat sederhana sampai

dengan setengah modern yang berakibat relatif rendahnya produktifitas[1].

Perkembangan komputer dengan biaya rendah telah membawa kepada revolusi teknologi yaitu teknologi PLC (*Programable Logic Controller*). penggunaan PLC di mulai sejak tahun 1970 an dan menjadi pilihan utama dalam pengontrolan di industri manufaktur[2]. *Software* PLC yang di jalankan pada PC dikategorikan dalam 2 hal berikut, yaitu *Software* PLC yang di gunakan *user* untuk membuat program untuk menjalankan bermacam-macam kondisi *input* dan *output* (*Plant process*), dan PLC yang digunakan *user* untuk memonitor *plant process* tersebut, dikenal sebagai *Human Machine Interface* (HMI). HMI tersebut sangat membantu *user* dalam peningkatan kinerja mesin kedepannya, serta dapat membantu dalam record data.

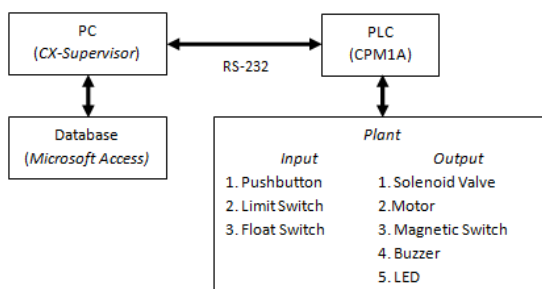
Pada penelitian ini penulis akan mewujudkan sistem HMI pada perangkat keras pengemasan air minum dalam bentuk *software*. Salah satu *software* HMI yang digunakan adalah CX One. *software* utama yang digunakan dalam sistem HMI yaitu *CX Supervisor* yang berfungsi sebagai HMI. Istilah HMI ini muncul untuk menjembatani antara manusia dan mesin, sehingga pengguna dapat memantau dan mengendalikan *plant* dengan mudah. Salah satu keunggulan dari sistem HMI pada penelitian ini, HMI dapat memantau lama pakai atau *runtime* dari pemakaian sensor dan aktuator.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat *software* pengaturan sistem pengemasan air minum dengan HMI (*Human Machine Interface*) sebagai media yang mempermudah pengguna dalam menggunakan *plant*.

2. Metode

2.1 Prinsip Kerja Sistem

Secara Keseluruhan sistem terdiri atas *beberapa* bagian yang dapat digambarkan pada blok diagram seperti Gambar 1.



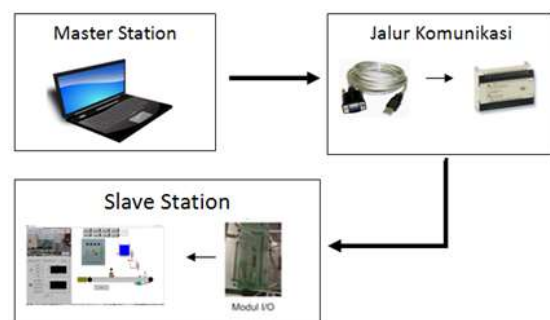
Gambar 1 Blok Diagram sistem keseluruhan

Berikut ini adalah deskripsi cara kerja sistem proses pengemasan air minum secara umum:

1. Sistem terdiri dari dua bagian yaitu bagian *plant* (perangkat keras) dan bagian aplikasi (perangkat lunak).
2. Proses dapat dimulai dengan menekan tombol *start* pada *plant* di lapangan atau dengan menekan tombol *start* pada aplikasi.
3. Dalam proses pengemasan air minum sensor dan aktuator yang aktif akan dapat di lihat dari aplikasi. Posisi botol pada konveyor dan keadaan level pada tank dapat ditampilkan dalam aplikasi.
4. Bagian aplikasi dapat mengirimkan perintah dan menerima data dari bagian alat dan mengolahnya menjadi data yang dibutuhkan oleh *user*.
5. Bagian aplikasi akan mengambil data pada semua sensor dan aktuator yang digunakan pada *plant* berupa lama pemakaian. Data tersebut digunakan untuk mempermudah proses maintenance.
6. Hanya *supervisor* yang dapat melakukan semua fungsi aplikasi, dan selain *supervisor* hanya dapat melakukan fungsi-fungsi tertentu saja.

2.2 Perancangan SCADA

Perancangan SCADA dibuat menggunakan *software* CX-Supervisor Ver 3.2. Dalam hal ini untuk perancangan SCADA digunakan *ladder diagram* sebagai *point address* pada HMI. Perancangan SCADA ini meliputi perancangan HMI yang berfungsi sebagai media untuk melakukan *monitoring* dan kontrol terhadap *plant*, dan perancangan database menggunakan MS Access yang digunakan sebagai media penyimpanan data yang terhubung kepada HMI.



Gambar 2 Rancangan sistem SCADA

Sistem SCADA yang dipakai untuk melakukan *monitoring* dan pengontrolan pada *prototype* dibagi kedalam 3 subbagian yaitu:

- *Master Station*
- Protokol Komunikasi^[3]
- *Slave Station*

2.3 Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini terdiri dari dua bagian yaitu perancangan *ladder diagram* dan perancangan HMI.

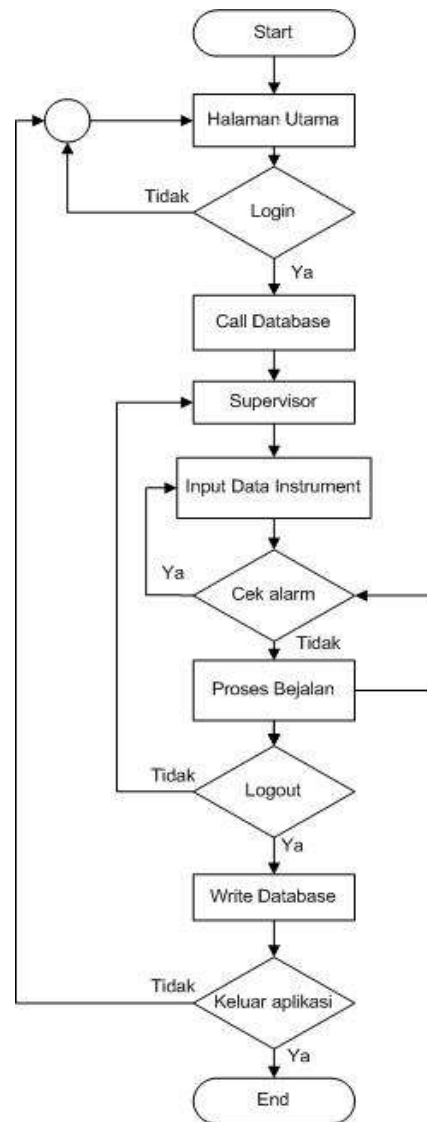
Perancangan alat pengemasan yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya^[4] digunakan PLC Omron CPM1A sebagai pengendali dengan menanamkan ladder diagram melalui *software CX-programmer* versi 9. *Ladder diagram* tersebut digunakan sebagai address yang digunakan untuk menjalankan proses pengemasan air minum pada HMI. *Flowchart* dari sistem SCADA dalam tampilan HMI dapat dilihat pada Gambar 3.

Sistem diawali dengan munculnya halaman utama pada HMI. Kemudian untuk masuk kedalam halaman *supervisor*, user diharuskan *login* terlebih dahulu. Setelah memasukan ID dan *password* yang benar, maka akan muncul halaman *supervisor* yang sebelumnya ada pemanggilan *database* sebagai inisialisasi awal. Sebelum berlangsungnya proses akan ada pengecekan status *alarm*. Jika status *alarm* tidak terdapat masalah maka proses dapat berjalan. User dapat menekan tombol *logout* untuk mengakhiri penggunaan aplikasi HMI. Sebelum keluar HMI akan menyimpan data pemakaian terakhir kedalam *database* yang digunakan untuk inisialisasi pada pemakaian aplikasi selanjutnya.

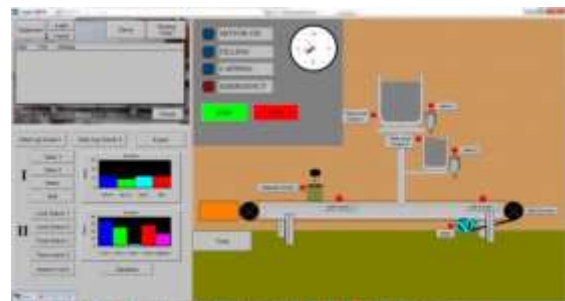
2.3.1 Perancangan HMI

Perancangan HMI pada proses pengemasan air minum ini digunakan untuk mengontrol dan memonitor *plant* pada saat proses berlangsung. perangkat lunak yang digunakan adalah *CX-Supervisor*. Penulis menggunakan *software CX-Supervisor* karena software tersebut merupakan perangkat lunak yang dikhususkan oleh omron dalam pembuatan *interface* dari perangkat keras PLC. Dalam hal ini *CX-supervisor* memudahkan dalam perancangan HMI karena dapat melakukan komunikasi dengan baik dengan PLC Omron. Perancangan HMI menggunakan perangkat lunak *CX-Supervisor* dirancang agar HMI memiliki tampilan yang sederhana sehingga memudahkan user dalam menggunakannya. Proses yang dalam dilihat dari tampilan HMI adalah proses monitoring, pengontrolan, dan pembuatan database.

Halaman *supervisor* adalah halaman yang memiliki fungsi penuh pada perangkat lunak SCADA. Halaman ini terdapat proses penting terhadap *plant* yaitu proses monitoring, pengontrolan, dan membuat database. Proses pengontrolan yang terdapat pada halaman *supervisor* terhadap *plant* adalah pengontrolan dengan menjalankan dan mematikan proses. Tombol hijau pada box panel pada halaman *supervisor* berfungsi untuk menjalankan proses dan tombol merah untuk menghentikan proses. Proses monitoring yang dilakukan adalah segala kondisi yang terjadi pada *plant* akan ditampilkan pada halaman *supervisor*. Gambar 4 adalah gambar dari tampilan halaman *supervisor*.



Gambar 3 Flowchart sistem keseluruhan.

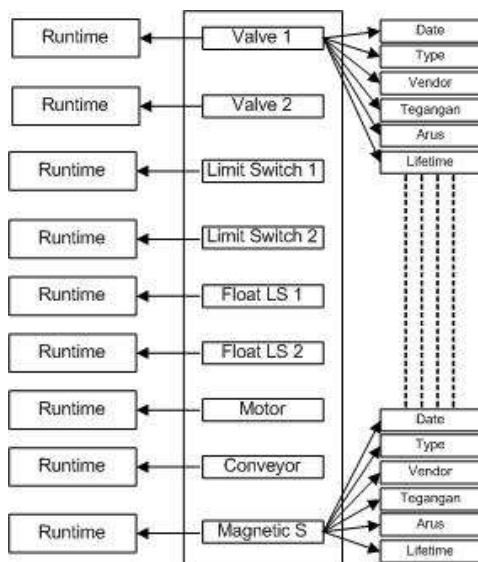


Gambar 4 Halaman supervisor

2.3.2 Perancangan Basisdata

Perancangan basis data yang dibuat adalah membuat database sebagai tempat dimana *data* yang diperlukan dapat disimpan. Perancangan database menggunakan *microsoft access* sebagai media penyimpanan data dari HMI. Proses pengaksesan, dan manipulasi data dapat dilakukan melalui aplikasi karena *microsoft access* terhubung langsung dengan *microsoft access*.

Fungsi menyimpan data pada *database* adalah salah satu fungsi penting dalam perancangan basis data. Data yang sudah di simpan pada *database* tidak dapat hilang ketika aplikasi di tutup dan data tersebut dapat digunakan sebagai inisialisasi awal pada pemakaian aplikasi berikutnya.



Gambar 5 Diagram ketergantungan.

Dalam merancang *database*, salah satu hal yang perlu diperhatikan adalah normalisasi. Tujuan normalisasi adalah untuk menghasilkan struktur *database* yang mampu menampung data yang diperlukan secara lengkap dan meminimalkan terjadinya duplikasi^[5]. Gambar 5 menunjukkan diagram ketergantungan dari perancangan *database* sistem SCADA.

Dalam perancangan database dilakukan normalisasi sampai pada tahap ketiga untuk 9 *instrument* yang ada dan menghasilkan 11 tabel. Tabel yang dihasilkan yaitu Tabel *Instrument*, tabel data valve 1, tabel data valve 2, tabel data motor, tabel data *belt conveyor*, tabel data limit 1, tabel data limit 2, tabel data float 1, tabel data float 2, tabel data *magnetic*, dan tabel *runtime*.

3. Hasil dan Analisa

3.1 Pengujian Sistem Pengontrolan

3.1.1 Pengujian Tombol Start

Pengujian tombol *start* dilakukan dengan menekan tombol *start* pada halaman *supervisor*. Penekanan pada tombol *start* akan memulai proses awal pada *plant*. Proses awal pada *plant* dimulai dengan aktifnya *valve 1* untuk mengisi wadah 2 sampai terisi penuh. Pada pengujian ini akan dilakukan pengujian sebanyak 3 kali. Tabel 1 menunjukkan data hasil pengujian tombol *start*.

Tabel 1 Data pengujian tombol *start*.

Pengujian ke-	Instrument	Kondisi pada Plant
1	Valve 1	On
2	Valve 1	On
3	Valve 1	On

3.1.2 Pengujian Tombol Stop

Pengujian tombol stop dilakukan dengan menekan tombol stop pada halaman *supervisor*. Penekanan pada tombol stop akan menghentikan semua proses pada *plant*. Tombol stop berfungsi untuk memutus *supply* pada semua aktuator pada *plant*. Semua proses pada *plant* akan berhenti, dan aktuator tersebut adalah *valve 2*, dan motor yang sedang dalam keadaan *on* akan menjadi *off*. Pada pengujian ini, pengujian akan dilakukan sebanyak 3 kali pada setiap aktuator. Tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian tombol *stop*.

Tabel 2 Data pengujian tombol *stop*.

Pengujian ke-	Instrument	Kondisi pada Plant
1		Off
2	Valve 2	Off
3		Off
1		Off
2	Motor	Off
3		Off

3.2 Pengujian Delay

Jalur komunikasi pada HMI terhadap PLC memiliki waktu delay. Delay tersebut adalah lama waktu dari perintah yang dikirim dari HMI sampai dapat diterima oleh PLC dan sebaliknya.

Pengujian *delay* dilakukan dengan menghitung waktu dari penekanan tombol *start* pada HMI sampai indikator alamat 10.01 pada PLC menyala. Penekanan tombol *start* pada HMI sebagai perintah kepada PLC dan menyalanya indikator alamat 10.01 pada PLC sebagai aksi yang di perintah oleh HMI. Pengujian *delay* dilakukan sebanyak 10 kali. Tabel 3 menunjukkan hasil dari pengujian *delay*.

Tabel 3 Data pengujian delay

Pengujian ke-	Indikator alamat 10.01	Delay (detik)
1	On	0.51
2	On	0.55
3	On	0.51
4	On	0.59
5	On	0.62
6	On	0.51
7	On	0.71
8	On	0.60
9	On	0.64
10	On	0.66

3.3 Pengujian Sistem Monitoring

3.3.1 Pengujian Monitoring Proses Pengemasan

Pada pengujian *monitoring* proses pengemasan ini, HMI akan memonitor segala *perubahan* kondisi dari setiap keadaan pada proses pengemasan air minum. Setiap keadaan akan di uji sebanyak 3 kali. Dari proses awal sampai proses akhir pengemasan terdapat banyak keadaan pada *plant*. Berikut adalah keadaan-keadaan yang terdapat pada *plant*:

- Keadaan I adalah keadaan yang mengawali proses pengemasan air minum. Pada keadaan ini terdapat proses pengisian air dari tangki air 1 ke tangki air 2. Proses pengisian air tersebut melibatkan *valve 1* yang berfungsi mengisi air pada tangki air 2. Jadi pada keadaan ini aktuator yang aktif hanya *valve 1*.
- Keadaan II adalah keadaan dimana sensor *float switch* pada tangki 2 mendeteksi bahwa air pada tangki 2 telah terisi penuh. Setelah air pada tangki 2 terisi penuh motor akan aktif. Pada keadaan ini motor telah siap digunakan untuk menggerakkan botol. jadi pada keadaan ini sensor dan aktuator yang aktif adalah *float limit switch* dan motor
- Keadaan III adalah keadaan dimana *limit switch 1* yang terdapat pada awal konveyor mendeteksi adanya botol yang lewat. Pada keadaan ini saat *limit switch* mendeteksi adanya botol maka pada HMI akan muncul botol.
- Keadaan IV adalah keadaan dimana *valve 2* dalam keadaan aktif. Pada keadaan ini terdapat proses pengisian air dari tangki 2 ke dalam botol.
- Keadaan V adalah keadaan dimana *float switch* pada tangki air 1 mendeteksi air pada tangki 1 telah habis. Saat air pada tangki 1 habis maka semua aktuator pada *plant* berubah dalam keadaan mati seketika dan buzzer akan menyala. Pada keadaan ini disebut juga dengan keadaan darurat (*emergency*).
- Keadaan VI adalah keadaan dimana botol telah terisi penuh dan motor akan membawa botol ke tempat proses *capping* berlangsung. Dalam keadaan ini motor sebagai aktuator yang menggerakkan botol dalam keadaan aktif.
- Keadaan VII adalah keadaan dimana *limit switch 2* yang terdapat di dekat *magnetic switch* meneteksi adanya botol yang melintas. Setelah botol melewati *limit switch 2* maka botol akan melalui proses

capping, dimana *magnetic switch* bekerja untuk menekan tutup botol pada botol.

- Keadaan VIII adalah keadaan akhir dari proses pengemasan air minum. Pada keadaan ini motor akan mengantarkan air minum yang telah di kemas ke tempat penyimpanan.

Berdasarkan *monitoring* kedelapan keadaan yang telah dilakukan maka di dapat tabel hasil pengujian *monitoring* proses dari kedelapan keadaan. Tabel 4 menunjukkan bahwa HMI dapat memonitor dengan baik segala keadaan dari proses pengemasan. Hal ini ditunjukkan dengan kondisi sensor dan aktuator pada *plant* sama dengan kondisi pada HMI.

Tabel 4 Hasil pengujian *monitoring* proses pengemasan

Keadaan	Sensor dan Aktuator	Kondisi pada Plant	Kondisi pada HMI
I	Valve 1	On	On
II	Float Level Switch 2	On	On
	Motor	On	On
III	Limit Switch 1	On	On
IV	Valve 2	On	On
V	Motor	On	On
VI	Float Level Switch 1	On	On
VII	Buzzer	On	On
VIII	Magnetic Switch	On	On
	Motor	On	On

3.3.2 Pengujian Monitoring Runtime

Pada pengujian *monitoring* runtime ini, akan dilakukan proses pengemasan sebanyak 6 kali secara berturut-turut. Saat proses penemasan berlangsung sensor dan aktuator akan berperan dalam kelangsungan proses. Perangkat keras yang akan di monitor *runtime*nya meliputi dua buah *valve*, dua buah *limit switch*, dua buah *float level switch*, motor, *belt conveyor*, dan *magnetic switch*. Pengujian ini akan dilihat kenaikan *runtime* sembilan perangkat keras tersebut dari proses pertama sampai proses ke enam. Table 5 menunjukkan penambahan *runtime* dari setiap proses pengujian berlangsung.

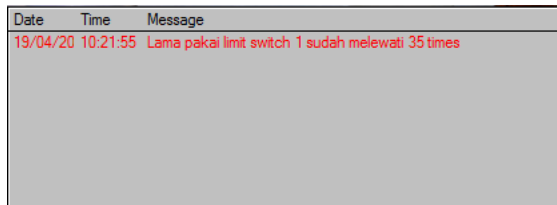
Tabel 5 Hasil Pengujian *monitoring runtime*

Instrument	Ke0	Ke1	Ke2	Ke3	Ke4	Ke5	Ke6
Valve 1 (menit)	10	10	11	11	12	12	13
Valve 2 (menit)	7	8	8	8	9	9	9
Motor (menit)	8	8	9	9	9	9	10
Belt Konveyor (menit)	8	8	9	9	9	9	10
Limit Switch 1 (times)	14	16	18	20	22	24	26
Limit Switch 2 (times)	14	16	18	20	22	24	26
Float Level Switch 1 (times)	3	3	3	3	3	3	3
Float Level Switch 2 (times)	14	18	20	24	26	28	29
Magnetic Switch (times)	11	12	13	14	15	16	17



Gambar 6 Data Limit Switch 1

Data limit switch 1 selama proses berlangsung digambarkan pada Gambar 6. Gambar tersebut menunjukkan sejak pemasangan awal limit switch 1 pada tanggal 11 Maret 2015, limit switch 1 memiliki nilai runtime sebanyak 36 times. Limit switch 1 memiliki nilai lifetime sebesar 35 times. Karena nilai runtime pada limit switch 1 telah melebihi nilai lifetime, maka akan muncul pesan pada kotak alarm message yang menunjukkan bahwa jangka waktu pemakaian limit switch 1 telah melebihi batas. Gambar 7 menampilkan pesan bahwa lama pakai limit switch 1 telah melewati nilai lifetime yaitu 35 times.

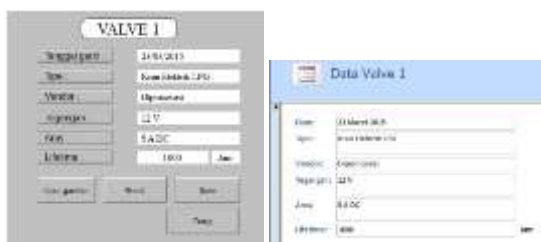


Gambar 7 Kotak alarm message

3.4 Pengujian Database

3.3.1 Pengujian Database Data Instrument

Pengujian database data instrument dilakukan dengan memberikan masukan data instrument pada HMI. HMI yang telah terhubung dengan microsoft access akan mengirimkan dan menyimpan data instrument kepada microsoft acces. Microsoft acces sebagai tempat penyimpanan database akan meyimpan data instrument dan akan mengirim data kepada HMI jika diperlukan. Hasil pengujian database data instrument dapat dilihat pada gambar 8

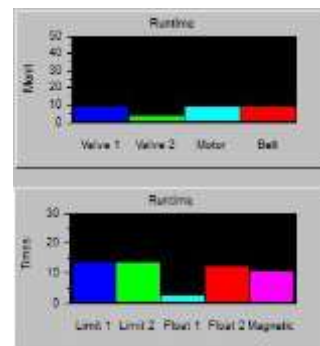


Gambar 8 Hasil Pengujian database data instrument.

3.3.2 Pengujian Database Runtime

Pengujian database runtime dilakukan dengan mengakuisisi dan menyimpan data terakhir dari HMI ke microsoft access. Selama proses berlangsung runtime akan selalu terjadi penambahan. Pada akhir pemakaian HMI atau sebelum Aplikasi di matikan, runtime akan secara otomatis tersimpan pada database.

Gambar 9 menunjukkan gambar grafik runtime sebelum aplikasi dimatikan. Dan gambar 10 menunjukkan tampilan database runtime pada microsoft access. Nilai runtime pada grafik disimpan pada database tepat sebelum aplikasi berakhir. Tampak pada tampilan runtime pada microsoft access menunjukkan angka yang terkait dengan angka pada grafik runtime. Pada microsoft access menunjukkan runtime valve 1 selama 8 jam, tanggal 04/04/2015, dan waktu 19.53.00. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi terakhir digunakan pada tanggal 4 april 2015 pada jam 19.53. Dan sejak waktu terakhir tersebut valve 1 telah aktif selama 8 jam. Database runtime dapat disimpan dengan baik pada microsoft access.



Gambar 9 Grafik runtime sebelum aplikasi dimatikan



Gambar 10 Tampilan runtime pada microsoft access

4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis yang dilakukan pada plant pengemasan airminum, hasil yang didapatkan sistem HMI pada plant pengemasan air minum dapat berfungsi dengan baik sebagai sistem pengontrolan dan sistem monitoring pada proses pengemasan air minum. Pada pengujian pengontrolan tombol start dan stop, plant dapat dimulai dan dihentikan sesuai dengan keinginan. Pada komunikasi antara HMI dan PLC terdapat delay untuk perintah dari HMI sampai kepada PLC. Besar delay tersebut adalah 0.59 detik. Pada fungsi monitoring, HMI

dapat memonitor *plant* dari semua keadaan yang mungkin terjadi saat proses pengemasan air minum dengan baik. Berdasarkan pengujian *monitoring runtime*, dari 6 kali proses pengemasan yang dilakukan menunjukkan adanya penambahan *runtime* pada *valve 1*, *valve 2*, motor, *belt conveyor*, *limit switch 1*, *limit switch 2*, *float level switch 1*, *float level switch 2*, dan *magnetic switch* secara berurutan sebanyak 3 menit, 2 menit, 2 menit, 12 *times*, 12 *times*, 0 *times*, 15 *times*, dan 6 *times*. Dan ada fungsi database HMI yang terhubung langsung dengan *microsoft access* dapat menyimpan segala data yang perlu disimpan meliputi data dari *instrument* yang ada dan data *runtime* dari pemakaian *instrument* selama proses berlangsung.

Referensi

- [1]. Hermawan, Aji, "Prosiding Konferensi Nasional Inovasi dan Technopreneurship", RAMP IPB, Bogor, 2013.
- [2]. Midian F.D., Jason, "Perancangan Sistem Antarmuka Berbasis HMI untuk Aplikasi Mesin Etching PCB", Universitas Indonesia, Depok, 2009.
- [3]. Data Sheet, "CPM1A Programmable Controllers Operational Manual", OMRON, December 2005.
- [4]. Ramadhan A.F., Moch. Akbar, "Perancangan Sistem Pengemasan Virgin Coconut Oil (VCO) Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC) pada Perangkat Keras Konveyor", Universitas Diponegoro, Semarang, 2015.
- [5]. Prasetyo, Rendro, "Perancangan Sistem Informasi Tugas Akhir dan Kerja Praktek di Jurusan Teknik Industri UNS", Universitas Sebelas Maret, Surakarta 2010.