

# PERANCANGAN *HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI)* PADA *ROBOT PICK AND PLACE*

Sekardwita Rahardian<sup>\*)</sup>, Aris Triwiyatno, and Trias Andromeda

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

<sup>\*)E-mail: sekardwita.rahardian@gmail.com</sup>

## Abstrak

Sistem otomatisasi dirancang untuk meminimalkan resiko kecelakaan kerja, kesalahan interpretasi dari operator dan utamanya meningkatkan kecepatan produksi. Salah satu langkah yang dilakukan dalam kaitannya dengan proses otomatisasi adalah mengganti tenaga manusia dengan proses otomasi *pneumatic* atau menggunakan lengan robot terkontrol (*pick and place*). Prinsip kerjanya robot akan mengambil produk dari suatu tempat untuk menempatkannya kembali di tempat yang berbeda. Pada *robot* tersebut masih memiliki kelemahan antara lain tidak adanya sistem pengawasan kondisi *robot*. Agar dapat mengurangi kekurangan robot maka perlu diterapkan sistem yang dapat memantau kondisi *plant* yaitu HMI (*Human Machine Interface*). Pada penelitian ini dirancang suatu sistem antar muka berbasis HMI menggunakan *software CX-Supervisor* dan *Ms. Access*. HMI ini memiliki 4 fitur utama yaitu pengawasan, pengontrolan, penyimpanan *database*, dan sistem peringatan (*Alarm*). Pengujian sistem pengawasan menghasilkan bahwa HMI sudah dapat memantau kondisi robot dengan baik dan memiliki *delay* rata-rata 3,48 detik. Pengujian sistem pengontrolan menghasilkan bahwa HMI sudah dapat mengontrol robot. Pengujian alarm menunjukkan hasil bahwa alarm sudah dapat bekerja dengan baik. Pengujian *database* menunjukkan bahwa fungsi penyimpanan *database* pada HMI sudah dapat berjalan dengan baik. Secara keseluruhan HMI yang dirancang sudah dapat berjalan dengan baik.

*Kata kunci : Robot Pick and Place, SCADA, HMI, CX-Supervisor, Ms. Access*

## Abstract

Automation systems designed to minimize the risk of workplace accidents, misinterpretation of the main operators, and increase the speed of production. One of the steps taken in relation to the process automation is replacing human labor with automated process using a pneumatic or robotic arm controlled (*pick and place*). Basically, the robot will take a product from somewhere to put them back in a different place. The robot still has the disadvantage, the absence of condition monitoring systems. In order to alleviate the shortage of robots it is necessary to apply a system that can monitor the condition of plant that is HMI (*Human Machine Interface*). In this research designed a system based HMI interface using *software CX\_Supervisor* and *Ms. Access*. HMI has four main features, monitoring, control, database storage, and a warning system (*alarm*). Testing of surveillance systems produce HMI can monitor the condition of the robot and has an average delay of 3.48 seconds, the control system produces HMI has been able to control the robot, the alarm results show that alarm has been able to work well, and the database shows that the database storage functions on the HMI is able to walk properly. Overall HMI has been designed to run well.

*Keywords : Robot Pick and Place, SCADA, HMI, CX-Supervisor, Ms. Access*

## 1. Pendahuluan

Dewasa ini pabrik industri secara bertahap mulai melakukan pergantian tugas penyortiran barang yang biasanya dilakukan manual mulai digantikan dengan proses otomasi *pneumatic* menggunakan lengan robot terkontrol atau robot *pick and place*. Pada awalnya, sistem robot *pick and place* berfungsi sebagai montir otomatis dengan gerakan yang dikendalikan oleh sistem kontrol sederhana [1]. Seiring dengan perkembangan mikro,

sistem kontrol robot juga turut berkembang. Dengan menggunakan komputer kini dapat mengontrol gerakan dan sensor robot. Kesorbagunaan dan fleksibilitas robot industri telah meningkat secara signifikan [2]. Ini berdampak kepada ketrampilan robot dalam menangani setiap jenis pekerjaan. Variasi robot *pick and place* sudah banyak digunakan sebagai aplikasi transfer material. Prinsip dasarnya, robot akan mengambil produk dari suatu tempat untuk menempatkannya kembali di tempat yang berbeda [3].

Pada penelitian ini akan dibuat perancangan HMI dari perangkat keras Robot *Pick and Place* yang mengacu pada penelitian sebelumnya [4][5]. Perancangan ini menggunakan *software* bawaan dari PLC merk OMRON yang merupakan *software* pembuat HMI yaitu *CX-Supervisor*. Perancangan HMI ini akan dibuat secara sederhana dimana memiliki fungsi untuk menyimpan data *runtime* sensor dan aktuatur selama proses berjalan dan memantau pergerakan *hardware*.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat sistem antarmuka berbasis HMI yang akan digunakan pada *robot pick and place* sebagai sarana untuk mempermudah pengoperasian alat dan komponen pendukung *plant*.

## 2. Metode

### 2.1. Human Machine Interface (HMI)

Sebelum muncul sistem kontrol *digital* yang canggih, operator HMI telah terbiasa dengan konsep kontrol dinding. Konsep kontrol dinding memiliki keuntungan di antaranya memberikan gambaran dari seluruh operasi, banyak *trend*, dan sejumlah *alarm* didefinisikan dengan baik. Seorang operator yang terlatih bisa melihat seluruh operasi melalui sekilas pandang.

Kemampuan spasial dan pengenalan pola memainkan peran kunci dalam menunjang operator untuk mendeteksi situasi abnormal yang berkembang [6]. Kelemahan dari sistem ini adalah konsep kontrol dinding sangat sulit untuk dimodifikasi, sehingga sistem kontrol elektronik modern menggantikan konsep kontrol dinding.



Gambar 1. Contoh sebuah kontrol dinding [7]

Seiring berkembangnya sistem SCADA dan DCS, grafis pada manufaktur mulai mengadopsi praktek desain yang sangat mencolok. Grafis tersebut menghasilkan tampilan yang sebenarnya bagi operator, tetapi operator tetap harus menjabarkan tampilan tersebut.

#### 2.1.1. Prinsip Grafis yang Tepat

Grafis yang dirancang tidak efektif sangat mudah untuk ditemukan [6]. Berikut ciri-ciri masalah penggunaan grafis yang tepat dan tidak tepat.

#### A Grafis yang Tidak Efektif

Masalah dengan grafis yang tidak efektif [6] :

1. Representasi skematis.
2. Banyak tampilan berupa angka-angka.
3. Sedikit *trend*.
4. Pompa/ kompresor berputar, konveyor bergerak, animasi, dan elemen mengganggu sejenisnya.
5. Warna cerah pada *vessel*.
6. Penggambaran peralatan sangat rinci.
7. Upaya untuk memberi kode warna pipa dengan isi.
8. Warna cerah *level* cairan menampilkan lebar *vessel*.
9. Banyak garis persimpangan dan arah aliran tidak konsisten.
10. Kode warna yang tidak konsisten.
11. Penyalahgunaan warna - *alarm* terkait.
12. Terbatas, navigasi serampangan.
13. Lemah dari segi hierarki tampilan.

Grafis tidak efektif mendorong praktik operasi yang buruk, seperti operasi pada *alarm*.

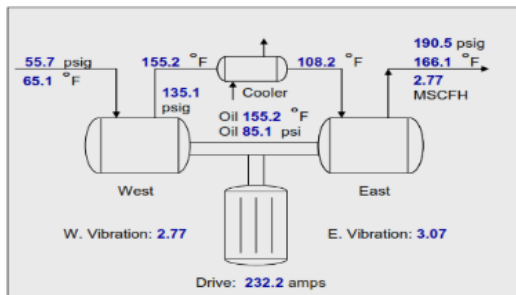
#### B Grafis Kinerja yang Baik

Grafis kinerja yang baik memiliki ciri-ciri [6] :

1. Umumnya bukan tampilan skematik, kecuali jika dianggap penting.
2. Penggunaan variasi warna terbatas, dimana warna digunakan sangat spesifik dan konsisten.
3. Latar tampilan berwarna abu-abu untuk meminimalisasi silau.
4. Tidak ada animasi, kecuali untuk *alarm* spesifik yang berhubungan dengan perilaku grafis.
5. *Embedded, trend* terformat secara tepat dari parameter-parameter penting.
6. Tampilan analog untuk pengukuran yang penting, mengindikasikan nilai yang berhubungan dengan normal, abnormal, dan kondisi *alarm*.
7. Hierarki yang benar mengenai tampilan isi yang menyediakan paparan progresif.
8. Kontras yang rendah pada penggambaran 2-D.
9. Penggambaran aliran yang konsisten dan *layout* untuk meminimalisasi persimpangan garis.
10. Teknik-teknik untuk meminimalkan operator melakukan kesalahan dalam memasukkan data. Validasi dan langkah-langkah keamanan.

#### 2.1.2. Data dan Informasi

Perbedaan mendasar pada grafis kinerja tinggi adalah nilai-nilai operasi ditampilkan pada konteks informasi dan tidak hanya sebagai angka baku yang tersebar ke seluruh layer [6]. Informasi adalah data dalam konteks yang bermanfaat.

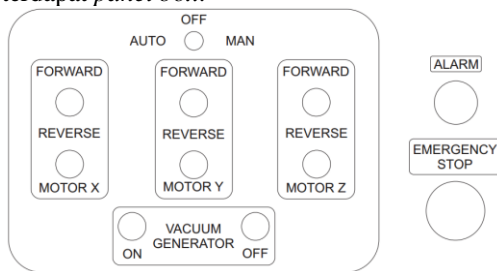


Gambar 2. grafis yang berisi banyak data, tanpa informasi [6]

### 3. Hasil dan Analisa

#### 3.1. Pengujian sistem pengontrolan

Pada pengujian sistem pengontrolan bertujuan untuk mengetahui apakah fungsi kontrol HMI sudah berjalan dengan baik. Terdapat 2 pengujian yaitu pengujian tombol-tombol dan *delay* pada HMI. Pengujian terhadap tombol-tombol dilakukan pada sistem pengontrolan mode manual yang terdapat *panel box*.



Gambar 3. Konfigurasi Panel Button

Pada mode manual sistem bekerja untuk menggerakkan aktuator motor DC *power window* sesuai dengan pemilihan *push button* yang terdapat pada *panel box*. Pada mode otomatis *push button auto* dianggap sebagai tombol *start* yang digunakan untuk menjalankan proses secara otomatis. Mode auto dapat dihentikan dengan menggunakan tombol *emergency stop* dan saklar putar untuk menghentikan secara paksa atau setiap gerakan prosesnya yang sedang berjalan.

Data dapat diambil maupun dikirim pada HMI dengan PLC menggunakan jalur komunikasi serial RS232. Data yang dikirim maupun diterima tentunya membutuhkan waktu. Waktu ini bisa disebut sebagai *delay*. Semakin cepat *delay* maka performa HMI akan semakin baik.

Tabel 1. Hasil pengujian *push button* saat barang diambil

Pengujian ke-	Indikator alamat 1.04	Delay (detik)
1	On	1.9
2	On	3.4
3	On	5.3
4	On	3.4
5	On	4.6
6	On	4.5

Tabel 1. Lanjutan

Pengujian ke-	Indikator alamat 1.04	Delay (detik)
7	On	3.9
8	On	5.6
9	On	1.8
10	On	4.2
11	On	2.8
Rata-rata		3.76

Tabel 2. Hasil pengujian *push button* saat barang ditaruh

Pengujian ke-	Indikator alamat 1.04	Delay (detik)
1	Off	1.9
2	Off	3.4
3	Off	5.3
4	Off	3.4
5	Off	4.6
6	Off	4.5
7	Off	3.9
8	Off	5.6
9	Off	1.8
10	Off	4.2
11	Off	2.8
Rata-rata		3.76

Pengujian *delay* dilakukan dengan menghitung waktu yang dikirim dan diterima kembali oleh HMI.

Pengujian dapat dilihat hasil dari pengujian *delay* saat barang diambil. Pada Tabel 1 terlihat waktu *delay* paling lama saat barang diambil adalah 5.3 detik dan untuk *delay* dengan waktu tercepat adalah 1.9 detik. Rata-rata waktu *delay* pada Tabel 1 adalah 3.76 detik. Pada Tabel 2 didapat rata-rata waktu *delay* adalah 3.76 detik. Dari hasil pengujian pada Tabel 1 dan Tabel 2 didapatkan rata-rata nilai *delay* dari HMI ke PLC adalah berada dikisaran waktu 3.48 detik. Terdapat 3 faktor yang memiliki kemungkinan mempengaruhi *time delay* :

1. Kabel RS 232 yang digunakan.
2. Transfer data dari PLC to PC (CX-Programmer).
3. Komunikasi / transfer data dari software CX-Programmer to software CXSupervisor.

Dari *troubleshooting* yang penulis lakukan, penulis mendapati hasil pengujian seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian Delay Komunikasi PC to PLC

No.	Alamat	Tanpa CX-Supervisor	Dengan CX-Supervisor
1	00.00	Tanpa delay	3.2
2	00.01	Tanpa delay	3.4
3	00.02	Tanpa delay	2.78
4	00.03	Tanpa delay	3.4
5	00.04	Tanpa delay	4.6
6	00.07	Tanpa delay	3.9
7	00.10	Tanpa delay	2.0
8	00.11	Tanpa delay	3.5
9	01.01	Tanpa delay	4.5
10	01.02	Tanpa delay	4.2
11	01.03	Tanpa delay	2.8
Rata-rata	3.48		

Pada pengujian dengan dan tanpa CX-Supervisor menggunakan jenis kabel yang sama. Dapat dilihat pada pengujian tanpa CX-Supervisor didapati data tanpa *time delay* sehingga faktor penggunaan kabel RS-232 dapat dianggap bahwa bukan merupakan penyebab dari *time delay* yang didapatkan. Hal ini juga berlaku untuk faktor kedua dimana pengujian menggunakan kabel RS-232, PLC, dan PC yang sama. Hal ini membuktikan bahwa komunikasi data pada *hardware to PLC, PLC to PC* menggunakan CX-Programmer belum menimbulkan *time delay*.

Pengujian tanpa CX-Supervisor dilakukan dengan merubah *value* alamat pada *software CX-Programmer*. Pada pengujian yang dilakukan diperoleh nilai *time delay* sangat kecil yaitu dibawah 0.05s sehingga *time delay* dapat diabaikan. Sedangkan pada tabel pengujian dengan CX-Supervisor didapati *time delay* dengan rata-rata 3.48s. Melalui Tabel 3 dapat diketahui bahwa *time delay* yang didapatkan dikarenakan terjadinya keterlambatan komunikasi antar *software CXProgrammer* dan *software CX-Supervisor*.

Tabel 4 Data pengujian *push button* pada motor X forward.

Pengujian ke-	Instrumen	Kondisi pada Plant
1	Motor X Forward	Maju
2	Motor X Forward	Maju
3	Motor X Forward	Maju

Tabel 4 menunjukkan reaksi tombol *motor X forward* terhadap *plant*. Dapat dilihat bahwa pada pengujian pertama hingga ketiga menunjukkan kondisi yang sama yaitu motor sumbu x pada *plant* akan berjalan maju.

### 3.2. Pengujian sistem pengawasan

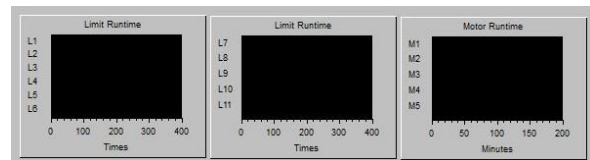
Pada HMI juga dilengkapi dengan sistem pengawasan. Pada HMI dapat dilihat sistem pengawasan pada ilustrasi gambar *plant* dan indikator lampu. Pada pengujian pengisian kandang di uji dengan 4 kondisi yang berbeda. Berdasarkan pengujian tersebut, HMI dapat mengikuti tiap proses pada *plant* dan hasilnya sesuai yang diinginkan. Pada HMI juga dilengkapi dengan *runtime* sebagai media untuk mengetahui kondisi lama atau banyak penggunaan dari suatu proses.

Pada pengujian hak akses *user* di buatlah 3 *user* dengan *security level* yang berbeda, serta di uji juga apabila nama atau *password user* salah. Gambar 4. Merupakan kotak peringatan apabila nama atau *password* yang dimasukan salah.



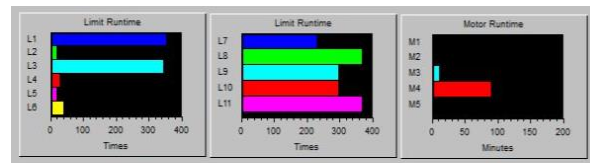
Gambar 4. Kotak peringatan nama atau *password* yang dimasukan salah.

Pada pengujian pengawasan *runtime* akan dilakukan sebanyak 4 kali. Ketika proses berjalan maka baik sensor maupun aktuator dapat mempengaruhi kinerja proses. Sensor dan aktuator memiliki batas pemakaian yang perlu ditentukan di awal sebagai acuan untuk penggantian. Pada *plant* terdapat 16 sensor photodiode, 5 sensor *limit switch* dan 3 motor aktuator. Gambar 10 menunjukkan tampilan HMI sebelum pengujian pengawasan *runtime*.



Gambar 5. *Runtime* sebelum proses.

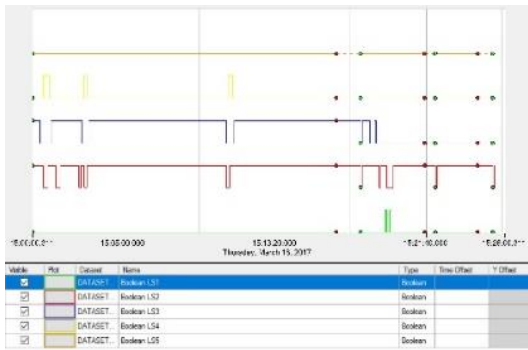
Sebagai acuan *runtime* pada sensor photodiode dan *limit switch* digunakan parameter berapa kali limit men-trigger dan pada motor menggunakan parameter waktu pemakaian motor. Pengujian ini akan dilihat kenaikan *runtime* pada pada proses pertama hingga keempat.



Gambar 6. *Runtime* setelah proses.

Pada Gambar 5. dapat dilihat bahwa pada grafik *runtime* menunjukkan data grafik yang masih kosong. Gambar 6. menunjukkan HMI setelah pengujian. Pada Gambar 6 terlihat *runtime* pada grafik sudah bertambah banyak. Pada data grafik motor menggunakan satuan menit dan data grafik *limit* menggunakan satuan *times*.

Gambar 7. menunjukkan *log viewer* motor. *Log viewer* sendiri merupakan salah satu fitur dalam CX-Supervisor yang dipergunakan untuk merekam suatu point terdapat keberjalannya waktu. Pada Gambar 7. menunjukkan data *boolean* yang dapat dilihat berdasarkan waktu. Pada *log viewer* ini akan menggunakan data berapa kali sensor *on-off* pada waktu *runtime* di *realtime* dan terdapat tanggal penggunaan.



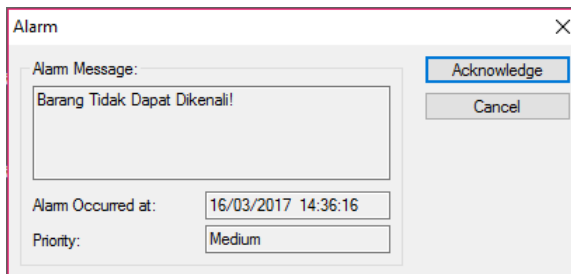
Gambar 7. Log view data LS Boolean

### 3.3. Pengujian sistem alarm

Pengujian Alarm dibagi 3 yaitu pengujian klasifikasi alarm, full storage alarm, dan state error alarm. Pada masing-masing pengujian akan diuji dengan mengubah parameter yang digunakan untuk mendeteksi aktifnya alarm.

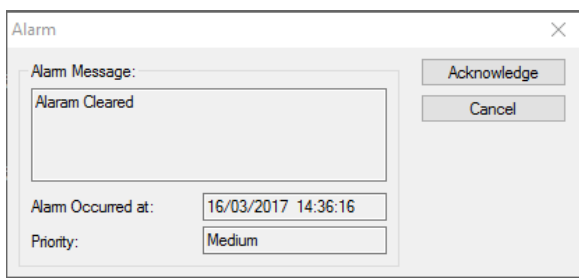
#### 3.3.1. Klasifikasi barang

Pada pengujian klasifikasi alarm digunakan untuk memantau kondisi tempat pengklasifikasian barang. Alarm ini akan aktif apabila terdeteksi barang tidak berkategori (CAT X) di *home position*.



Gambar 8. Tampilan *classification alarm*.

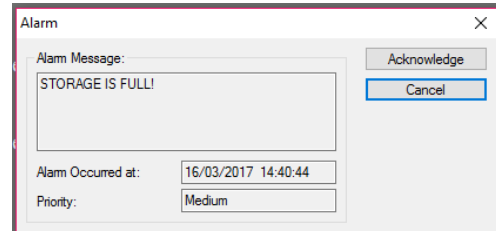
Gambar 8. merupakan tampilan *alarm box* pada HMI ketika terdeteksi barang berkategori X dan kondisi ini akan secara otomatis juga tercatat pada jendela *alarm*. Jika terdeteksi barang CAT X maka *plant* tidak dapat bergerak. Pada Gambar 9. merupakan tampilan alarm ketika sudah ditekan tombol *emergency stop*.



Gambar 9. Tampilan HMI alarm klasifikasi

#### 3.3.2. Pengujian Alarm Full Storage

Pada pengujian alarm *storage* digunakan untuk memantau kondisi tempat penyimpanan pada *base line* 13 dan 14. Alarm ini diperlukan untuk mengetahui jika *storage* sudah penuh maka alat tidak dapat berjalan dikarenakan tidak adanya tempat untuk menaruh barang.



Gambar 10. Tampilan pada HMI *alarm box full storage*.

Gambar 10. merupakan tampilan *alarm box* pada HMI ketika kondisi tempat penyimpanan penuh dan kondisi ini akan secara otomatis juga tercatat pada jendela *alarm*. Jika pada kondisi *storage* penuh maka *plant* tidak dapat bergerak. Sistem akan kembali bergerak apabila sudah ditekan tombol *emergency stop*.



Gambar 11. *Alarm box* tampilan pada HMI.

Gambar 11. merupakan tampilan *alarm box* pada HMI ketika *alarm storage* kosong dan kondisi ini akan secara otomatis juga tercatat pada jendela *alarm*.

#### 3.3.3. Error State Alarm (State 14, 15, 16)

Pada pengujian alarm *state error* digunakan sebagai proteksi sistem yang sedang bekerja. Alarm ini akan aktif saat sistem pada *auto mode* berada pada *state* yang telah disiapkan untuk mengantisipasi adanya kesalahan ketika sistem berjalan.

Kondisi *error state 14* akan aktif pada sistem yang sedang berjalan ketika mengalami potensi kerusakan dan dalam kondisi *vacuum* aktif.

Kondisi *error state 15* akan aktif pada sistem yang sedang berjalan ketika kondisi ketika terjadi kesalahan pada *vacuum suction* dimana salah satunya tekanan udara di dalam *vacuum* kurang dari batas bawah.

Kondisi *error state 16* akan aktif pada sistem yang sedang berjalan ketika mengalami potensi kerusakan dan dalam kondisi *vacuum* tidak aktif.

### 3.4. Pengujian sistem database

Pengujian dilakukan dengan memasukkan data pada HMI. Setelah dimasukkan maka pada akan diamati apakah data dapat tersimpan dan ditampilkan. Pada pengamatan data hasil penyimpanan melalui Ms. Access, setelah data disimpan melalui *database* HMI akan secara otomatis akan membaca *database* yang terakhir disimpan. Pengguna dapat memasukkan data yang diinginkan pada halaman data I/O pada HMI. Data secara lengkap ditampilkan dengan menekan tulisan instrumen pada HMI.

Installation Date	Vendor	Lifetime
PD Base 01	27/11/2016	Everlight 200 Times
PD Base 02	27/11/2016	Everlight 200 Times
PD Base 10	27/11/2016	Everlight 153 Times
PD Base 11	27/11/2016	Everlight 153 Times
PD Base 12	27/11/2016	Everlight 200 Times
PD Base 20	27/11/2016	Everlight 153 Times
PD Base 21	27/11/2016	Everlight 200 Times
PD Base 22	27/11/2016	Everlight 153 Times

Installation Date	Vendor	Lifetime
Limit 1	08/03/2017	Limit 200 Times
Limit 2	08/03/2017	Limit 153 Times
Limit 3	08/03/2017	Limit 153 Times
Limit 4	08/03/2017	Limit 170 Times
Limit 5	08/03/2017	Limit 200 Times

Installation Date	Vendor	Voltage	Ampere	Lifetime
Motor X	08/03/2017	MOTOR	12 V	1 A 9999 H
Motor Y	08/03/2017	MOTOR	12 V	1 A 9999 H
Motor Z	08/03/2017	MOTOR	24 V	1 A 9999 H

Gambar 12. Halaman I/O HMI

Gambar 12. menunjukkan tampilan halaman data I/O pada HMI. Data dimasukkan dengan menekan *form* yang akan masukkan. Jika Semua data telah terisi maka tekan tombol *save* kemudian data akan secara otomatis akan tersimpan dalam *database*.

**Limit 5 Information**

Installation Date	08/03/2017
Vendor	Limit
Installation location	Homebase 2
Lifetime	200 M
Runtime	0 M

Close

Gambar 13. Halaman Info Limit 5 HMI

Gambar 13. menunjukkan pada halaman informasi *limit 5* secara lengkap sudah dapat menampilkan data yang tersimpan *database*. Gambar 14. merupakan gambar tampilan *database* limit 5 pada Ms. Access. Dapat terlihat bahwa *database* sudah dapat tersimpan dengan baik.

No	Tanggal	Nama	Lifetime	Click to Add
1	08/03/2017		0	
2	08/03/2017	Everlight	0	
3	08/03/2017	Everlight	0	
4	08/03/2017	Everlight	0	
5	08/03/2017	Everlight	200	

Gambar 14. Tampilan *database* Limit 5 pada Ms. Access

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis sistem maka sistem antarmuka berbasis HMI yang dirancang pada *robot pick and place* berhasil dengan baik. Terbukti dari pengujian HMI yang dirancang dapat melakukan fungsi pengontrolan, pengawasan, alarm dan *database* sehingga dapat mempermudah pengoperasian alat dan komponen pendukung *plant*.

Pada komunikasi antara HMI dan PLC terdapat *delay* untuk perintah dari HMI sampai kepada PLC. Besar rata-rata *delay* tersebut adalah 3.48 detik.

Terlihat dari 4 keadaan pada pengujian pengawasan, terdapat kesamaan dari semua kondisi instrumen pada *plant* dan HMI. Berdasarkan pengujian pengawasan *runtime*, dari 4 kali proses yang dilakukan menunjukkan adanya penambahan *runtime* pada setiap instrumen.

Berdasarkan pengujian pengawasan *privilege user*, dari 3 *user* id menunjukkan setiap *user* dapat bekerja sesuai dengan hak akses masing masing. Pada pengujian alarm sudah dapat berjalan dengan baik. Pada fungsi *database* HMI yang terhubung langsung dengan Ms. Access dapat menyimpan data meliputi data dari instrumen dan data *runtime* dari pemakaian instrumen selama proses berlangsung.

## Referensi

- [1] D. W. Nugraha, "Perancangan Sistem Kontrol Robot Lengan Yang Dihubungkan Dengan Komputer," *Mektek*, vol. 7, no. 3, pp. 180–188, 2010.
- [2] R. Koffsky, H. Junctlon, B. T. Seeman, and S. Beat, "Pick and Place" U.S. Patent 8,565,912 B2, Oct. 22, 2013
- [3] M. Hafizuddin, "Robot Angkat dan Letak," Tugas Akhir, Universiti Teknikal Malaysia Melaka, 2008.
- [4] A. Sudira, Norman, "Perancangan Identifikasi Barang Berbasis RFID Pada Robot Pick and Place Menggunakan Mikrokontroler STM32VLDISCOVERY," Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Desember 2017.
- [5] M. Hanif, Haris, "Perancangan Sistem Otomatisasi Penyimpanan Barang Berbasis Klasifikasi RFID Pada ROBOT PICK AND PLACE Menggunakan PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC) OMRON CPM1A," Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Desember 2017.

- [6] B. Hollifield, "A High Performance HMI: Better Graphics for Operations Effectiveness," *ISA Water Wastewater Autom. Control. Symp.*, vol. 77062, no. 281, p. 27, 2012.
- [7] P. Gruhn, "Human Machine Interface ( HMI ) Design : The Good , The Bad , and The Ugly ( and what makes them so )," *66th Annu. Instrum. Symp. Process Ind.*, pp. 1–10, 2011.