

DESAIN SISTEM KENDALI MESIN PENGUJI KEBOCORAN UDARA MENGUNAKAN SISTEM KENDALI PLC OMRON CJ2M DI HVAC (HEATING, VENTILATING, AND AIR CONDITIONING)

Syahril Ardi, Setyowati

Program Studi Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra
Email: syahril.ardi@polman.astra.ac.id

Abstrak -- Pada proses produksi pembuatan komponen HVAC (Heating, Ventilating, and Air Conditioning) dari perusahaan manufaktur di Indonesia, memerlukan proses pengecekan kebocoran pada bagian HVAC. Proses pengecekan ini dilakukan untuk memastikan tidak ada komponen HVAC yang bocor sebelum dikirim ke pihak pelanggan. Penelitian ini dilakukan untuk membuat system dan alat air leak test. Mesin air leak test ini menggunakan prinsip kerja differential pressure air leak test, yaitu metode yang membandingkan antar tekanan udara yang diberikan ke produk dan master produk. Pada penelitian ini, kami membuat desain mesin air leak test menggunakan system kendali berupa air leak tester, PLC, dan HMI. Berdasarkan kondisi dengan kapasitas produksi yang meningkat karena bertambahnya permintaan dari customer, dapat ditanggulangi dengan adanya share loading produksi dari HVAC line 4 ke line baru, yaitu HVAC line 6. Hasil yang didapat dari pengujian deteksi kebocoran produk, didapat nilai parameter kebocoran produk sebesar 2.23 ml/min.

Kata kunci : Deteksi Kebocoran, Air Leak Tester, PLC Omron CJ2M, HVAC

Abstract -- In the production process of HVAC components of a manufacturing company in Indonesia, it requires a process of checking for leaks in HVAC parts. This checking process is carried out to ensure no leaking HVAC components before it is sent to the customer. This research was done to make the systems and water leak test instruments. Water leak test machine uses the working principle of the differential pressure water leak test, a method that compares the air pressure supplied to the product and the master product. In this research, we made a water leak test machine design using control systems such as water leak tester, Programmable Logic Controller, and Human Machine Interface. Under conditions of increased production capacity due to increased demand from the customer, can be overcome with the production of HVAC line 4 share loading to the new line, the HVAC line 6. The results of testing of the product leak detection, leak parameter value of the product obtained by 2.23 ml per minute.

Keywords: Leak Detection, Air Leak Tester, PLC Omron CJ2M, HVAC

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini dilakukan pada sebuah perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur khususnya pembuatan komponen pada bidang otomotif baik roda empat (4 wheels) maupun roda dua (2 wheels). Divisi ini melakukan pembuatan beberapa part salah satunya adalah HVAC (Heating, ventilating dan Air Conditioning) yang merupakan salah satu bagian dari komponen AC. Fungsi dari HVAC adalah untuk mengatur suhu udara mobil, mengatur sirkulasi udara dan mengatur kebersihan udara. Meningkatnya permintaan yang tinggi dari customer dan permintaan HVAC model baru yaitu tipe EFC membuat line 4 tidak mampu untuk memenuhi permintaan tersebut, sehingga untuk memenuhi permintaan tersebut perusahaan manufaktur membuat line baru yaitu HVAC line 6 untuk memenuhi kebutuhan customer.

Dalam pembuatan line baru membutuhkan beberapa mesin baru yaitu mesin air leak test. Mesin ini berfungsi untuk mendeteksi kebocoran yang terjadi di bagian evaporator dan heater. Bila proses pengecekan leak test terlewat akan

berdampak pada quality yaitu potensi lolosnya evaporator dan heater yang bocor ke proses berikut.

Untuk menanggulangi masalah tersebut dibuatlah mesin Air Leak Test yang berfungsi untuk mendeteksi kebocoran yang berada di evaporator dan heater. Berdasarkan latar belakang, maka dibuatlah perumusan masalah yang terjadi sehingga dapat mendukung proses pembuatan mesin:

- a. Bagaimana merancang dan membuat sistem kontrol elektrik mesin Air Leak Test untuk memenuhi kapasitas produksi yang meningkat di HVAC line 4.
- b. Bagaimana pembuatan program PLC mesin air leak test sehingga mesin dapat berfungsi sesuai dengan proses kerja mesin air leak test.
- c. Bagaimana mesin dapat mendeteksi kebocoran yang ada pada bagian evaporator assy dan heater assy.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui cara pembuatan sistem kontrol mesin air leak test serta pemrograman PLC agar mesin air leak test mampu mendeteksi kebocoran yang ada di HVAC

serta pemenuhan akan kapasitas produksi yang meningkat di *HVAC line*.

Pembuatan mesin *air leak test* ini bermanfaat untuk mendeteksi kebocoran yang ada di evaporator dan heater bila kedua bagian tersebut mengalami kebocoran. Sehingga produk NG tidak lolos ke proses berikut atau *customer*.

2. METODOLOGI

2.1 Sistem Kendali PLC (*Programmable Logic Controller*)

Programmable Logic Controller (PLC), adalah suatu mikrokomputer yang tertanam pada perangkat yang kompak yang digunakan untuk mengendalikan suatu proses logika, pewaktuan, pencacah, operasi matematika, dan pengolahan data. Penggunaan PLC di industri dapat menggantikan penggunaan sistem kontrol menggunakan relay, dan sampai saat ini sudah banyak dikembangkan untuk fungsi pengolahan data dan pengembangan sistem otomasi [1, 2]. Hal ini menawarkan banyak keuntungan, diantaranya adalah:

- Tidak memerlukan banyak tempat.
- Disipasi daya yang cukup kecil dibanding dengan relay yang perlu energi tambahan untuk menggerakkan kontaknya.
- Fleksibilitas yang sangat tinggi. PLC dapat digunakan untuk banyak penerapan dan perubahan urutan kerja/program dapat dilakukan dengan mudah tanpa perlu mengubah koneksi kabel.
- Modul input/output atau modul lain dapat diperbanyak sehingga dapat digunakan untuk aplikasi yang sangat kompleks. Network system memungkinkan kendali antar lebih dari satu PLC secara terintegrasi dan bisa bersifat informatif.

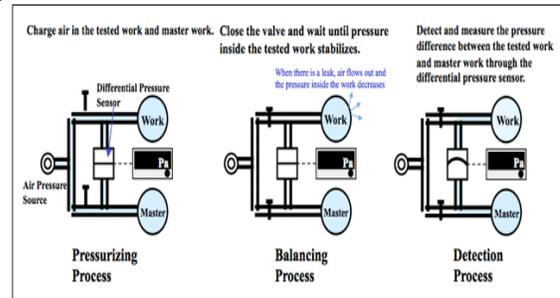
2.2 *Air Leak Test*

Leak tester adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi kebocoran suatu produk, dalam hal ini produk disebut dengan *work*. *Leak tester* banyak digunakan dalam industri untuk menentukan akurasi kebocoran pada produk, selain itu juga mencegah produk cacat yang sampai ke pelanggan.

2.3 *Differential Pressure Air Leak Test*

Differential Pressure Air Leak Test yaitu metode pengujian dengan memberikan tekanan ke *master work* dan *work* (benda yang akan dites). Tekanan yang diberikan ke *master work* dan *worksama*. Tahapan yang dilakukan pada proses *differential pressure air leak test* adalah *charging*, *balancing*,

dan *detection*. Proses yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



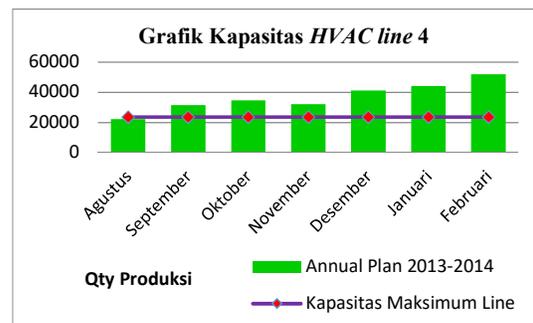
Gambar 1. Tahapan proses *differential pressure air leak test*

Tahapan pertama yang dilakukan adalah proses *charging* yaitu memberikan tekanan ke *work* dan *master*, setelah proses *charging* dilakukan tahapan yang dilakukan adalah proses *balancing* yaitu menyeimbangkan tekanan antara *work* dan *master* agar seimbang dan stabil, bila terdapat kebocoran yang terjadi pada *work* maka sensor DPS akan mendeteksi adanya perbedaan tekanan tersebut.

2.4 Permasalahan Yang Terjadi

Permasalahan yang terjadi pada *HVAC line* yaitu adanya permintaan yang tinggi dari *customer* untuk model yang sudah ada dan adanya permintaan model baru yaitu model EFC dan D80. Kapasitas *line* saat ini tidak akan mampu untuk memenuhi permintaan produksi yang selalu meningkat. Karena *line* memiliki kapasitas maksimum. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2 menjelaskan tentang kapasitas produksi *HVAC line 4* berdasarkan *annual plan 2013-2014* dan kapasitas maksimum pembuatan produk di *HVAC line 4*. Diagram yang berwarna hijau menjelaskan tentang *annual plan* dari kapasitas produksi *HVAC* dimulai dari bulan Agustus 2013-Februari 2014. Sedangkan garis ungu menjelaskan tentang kapasitas maksimum produksi pembuatan *HVAC* di *HVAC line 4*.



Gambar 2. Grafik *HVAC line 4* berdasarkan *Annual Plan 2013-2014*

Pada bulan September 2013 dapat terlihat bahwa loading produksi HVAC line 4 melebihi kapasitas produksi HVAC line 4. Meningkatnya loading produksi HVAC line 4 di karenakan meningkatnya permintaan produksi dari customer akan model HVAC yang sudah ada dan permintaan HVAC model baru. Kapasitas maksimum dari HVAC line sendiri adalah 23.596pcs per bulan, sedangkan pada bulan September permintaan produksi meningkat dengan jumlah permintaan mencapai lebih dari 30000 pcs per bulan.

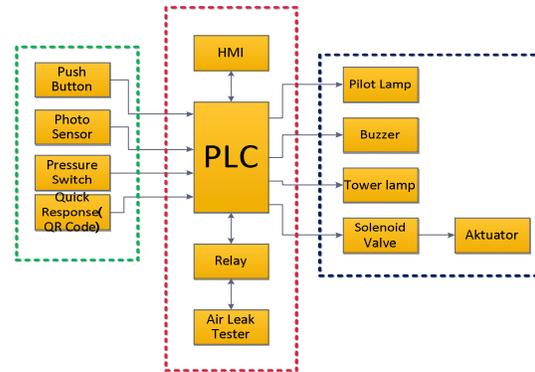
Permintaan yang tinggi dari customer tidak hanya terjadi pada bulan September saja, namun terjadi pada bulan berikutnya bahkan pada bulan Februari 2014, permintaan produksi meningkat hingga mencapai lebih dari 50000 pcs per bulan. Meningkatnya permintaan yang tinggi dari customer dikarenakan meningkatnya pembuatan HVAC untuk model yang sudah ada dan permintaan pembuatan HVAC model baru. Untuk menanggulangi masalah tersebut dibuatlah line baru yaitu HVAC line 6 yang berfungsi untuk mengimbangi kapasitas produksi line yang meningkat. Dalam pembuatan line baru dibutuhkan beberapa mesin salah satunya adalah mesin leak test yang berfungsi untuk mengecek kebocoran dari evaporator dan heater yang berada di dalam case HVAC.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Disain Sistem Kendali

Gambar 3 memperlihatkan disain diagram blok sistem kendali. Diagram blok ini menggambarkan garis besar proses komunikasi pada sistem kendali. Sistem pengendali PLC mendapat pemicu dari modul masukan berupa sensor dan tombol, kemudian semua masukan tersebut diolah oleh PLC dan dijalankan sesuai dengan program yang sudah dicompile ke PLC. Prinsip kerjanya adalah masukan PLC memberikan sinyal, lalu sinyal tersebut diproses untuk menggerakkan keluaran atau sinyal tersebut digunakan untuk memberikan informasi ke masukan air leak tester.

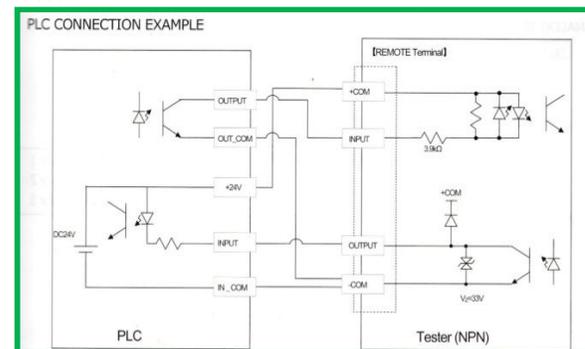
Selanjutnya sinyal tersebut diproses dan menghasilkan sinyal keluaran air leak tester dan sinyal keluaran tersebut diolah kembali oleh PLC untuk memerintahkan keluaran berupa pilot lamp dan buzzer yang berfungsi sebagai tanda apakah produk yang dilakukan pengujian sudah OK (Good) atau NG (Not Good). Pada dasarnya, pemodelan dan disain sistem kendali pada sistem otomasi industri, banyak memiliki kesamaan konsep tetapi dengan proses-proses dan urutan langkah yang berbeda-beda sesuai dengan fungsi mesin otomasinya [4-8]



Gambar 3. Sistem Kendali

3.2. Komunikasi Air Leak Test ke PLC

Pembuatan mesin leak test ini menggunakan airleak test tipe master less. Kelebihan air leak test tipe master less adalah mampu melakukan pengecekan kebocoran baik menggunakan master produk maupun tanpa menggunakan master produk. Master produk adalah komponen produk yang digunakan sebagai pembanding volume antara produk dengan master produk. Prinsip kerja leak test menggunakan master produk atau tanpa menggunakan master produk sama. Gambar 4 memperlihatkan wiring air leak tester.



Gambar 4. Wiring Air Leak Tester

Air leak test terhubung dengan PLC dengan menghubungkan masukan PLC ke keluaran air leak test sedangkan keluaran PLC dihubungkan ke masukan air leak test. Air leak test yang digunakan adalah tipe NPN sehingga com positif air leak test harus dihubungkan ke sumber positif. Wiring antara air leak test dengan plc memerlukan relay karena tegangan yang dikeluarkan oleh air leak test sebesar 24 V.

3.3 Parameter Batas Kebocoran Produk

Untuk mendapatkan batas atau standard kebocoran suatu produk perlu dilakukan beberapa kali percobaan sehingga kita dapat menentukan batas kebocoran suatu produk. Parameter batas kebocoran suatu produk diperlukan untuk mengetahui batas maksimum kebocoran suatu

produk, sehingga produk yang bocor tidak dapat lolos ke proses berikut.

Dari hasil percobaan menggunakan produk kita dapat mengetahui berapa nilai untuk NG+ yaitu berapa nilai maksimum kebocoran produk dan nilai NG- yaitu batas maksimum kebocoran master produk. Pada Gambar 5 dapat dilihat gambar dari *air leak test*.



Gambar 5. *Air Leak Tester*

Langkah-langkah untuk mendapatkan parameter batas kebocoran suatu produk yaitu:

1. Menekan tombol group untuk memilih group mana yang akan dilakukan penyetingan waktu.
2. Setelah menekan tombol group tampilan *Air leak test* akan berpindah sesuai dengan group yang telah kita pilih.
3. Tahapan selanjutnya adalah tekan tombol set lalu pilih group setting. Setelah memilih group setting akan muncul tampilan settingan waktu. Disana kita dapat memasukkan waktu pengecekan. Tampilan pengaturan waktu dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar 6 memperlihatkan tampilan settingan waktu untuk melakukan proses pengecekan kebocoran. Untuk memasukan waktu kita hanya perlu menekan tombol enter lalu kita masukan data waktunya dengan menggunakan tombol yang ada pada *air leak test*.
4. Setelah memasukkan data waktu pengecekan kita harus memasukkan batas maksimum produk NG dengan menekan tombol kanan yang ada pada *air leak test* agar dapat berpindah ke menu yang berikutnya yaitu adalah tampilan menu judgement yang terlihat pada Gambar 7.

Delay	: 0.0 sec
Charge 1	: 3.0 sec
Charge 2	: 7.0 sec
Balance 1	: 4.0 sec
Balance 2	: 5.0 sec
Detect	: 5.0 sec
Exhaust	: 3.0 sec
Fitting Detect	: 60.0 sec
EXH DLY	: 0.0 sec
Blow	: 0.0 sec

Gambar 6. Setting waktu pengukuran

Judgement		Group : 7
+NG	: +01.50 ml/min	
-NG	: -01.50 ml/min	
+2NG	: +05.00 ml/min	
-2NG	: -05.00 ml/min	
Fitting +NG	: +10.00 ml/min	
Fitting -NG	: -10.01 ml/min	
Decimal Point	: 00.00	
Result Unit	: ml/min	
Work Volume	: 6.396x10 ⁻² ml	
Master Volume	: 2.997x10 ⁻¹ ml	

Gambar 7. Parameter setting *Air Leak Tester*

Gambar 7 memperlihatkan nilai dari batas maksimum NG + maupun NG-. Untuk nilai dari batas tersebut berdasarkan standar yang ditentukan oleh PE. Nilai tersebut belum bisa dijadikan sebagai batas maksimum kebocoran suatu produk. Karena nilai dari batas maksimum kebocoran produk didapatkan dari hasil trial produk.

Setelah memasukkan nilai batas maksimum kebocoran suatu produk tahapan yang dilakukan adalah memasukkan besar tekanan nitrogen yang akan di berikan ke produk dan master produk. Untuk besar tekanan sendiri merupakan standar perusahaan yaitu untuk evaporator membutuhkan tekanan sebesar 800 kpa dan untuk heater membutuhkan tekanan sebesar 200 kpa.

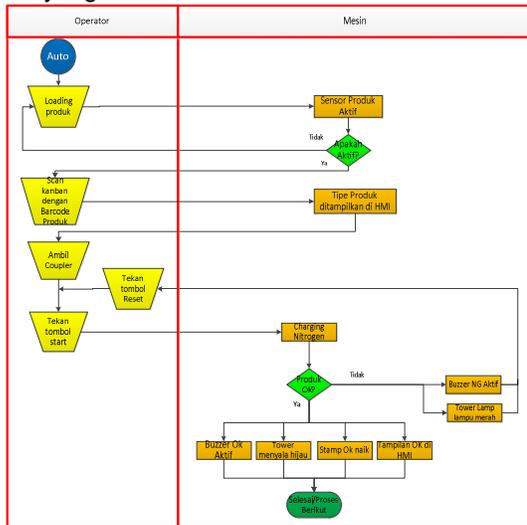
Setelah memasukkan semua parameter yang dibutuhkan untuk proses pengecekan adalah proses *fitting*. Proses fitting adalah proses untuk mengatur dan memastikan bahwa settingan yang telah dimasukkan benar-benar telah sesuai.

3.4 Pembuatan Program PLC

Berdasarkan pada urutan kerja operator yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya, maka dibuatlah flowchart program agar memudahkan dalam programming pada PLC. Sebelum membuat flowchart program terlebih dahulu harus membuat flow proses kerja dari mesin yang akan dibuat. Gambar 8 merupakan flow proses

darimesin yang akan dijalankan di mesinair leak test yang akandibuat.

dalam *programming* pada PLC.Berikut *flowchart* dari program pada sistem kontrol mesin *leak test*

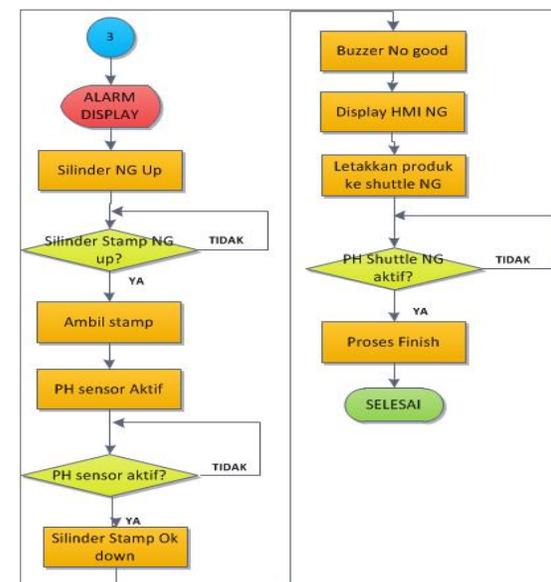
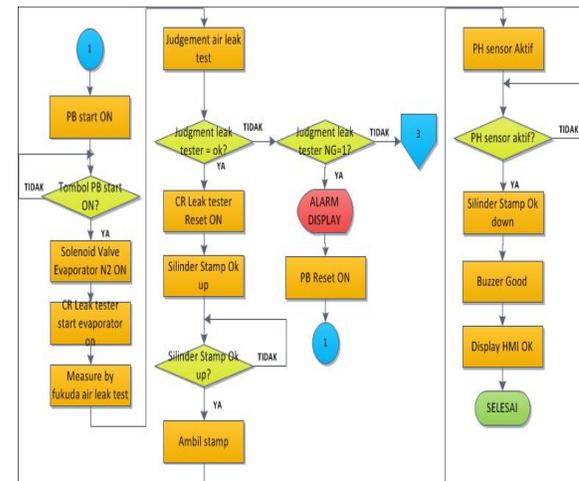
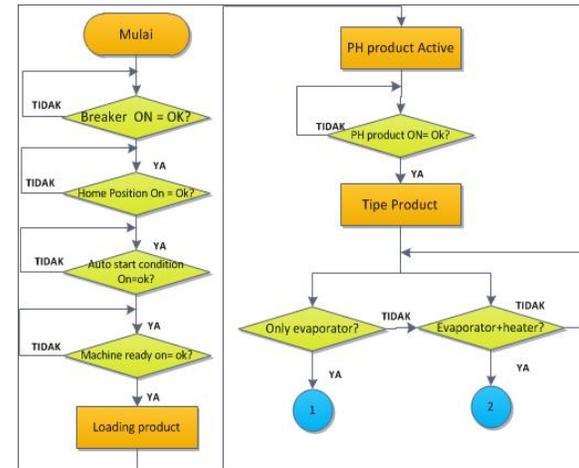


Gambar 8. Flow Proses Mesin Air Leak Test

Berdasarkan *flow* proses mesin *leak test* diatas, urutan kerja mesin dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Operator melakukan *loading* produk.
2. Lalu, sensor produk aktif, bila sensor produk belum aktif maka produk belum ada di tempat pengecekan *leak test* dan mesin *leak test* tidak akan running sebelum ada produk di tempat pengecekan.
3. Lalu operator memilih tipe program yang ingin digunakan dengan mengarah kanban ke *QR code* untuk di *scan*.
4. Setelah itu operator mengambil *coupler* dan dipasang ke *expansion valve*.
5. Setelah *coupler* terpasang, operator menekan tombol *start*.
6. *Air leak tester* melakukan proses pengisian udara ke produk untuk mengecek apakah produk bocor atau tidak.
7. Bila produk tidak bocor maka, komponen keluaran seperti *buzzer*, *tower lamp* akan berwarna hijau, *stamp ok* akan naik, dan tampilan HMI akan terlihat tulisan *Ok*.
8. Namun, bila produk bocor, maka *tower lamp* akan berwarna merah, *buzzer NG* aktif dan tampilan di HMI bertuliskan *NG*, bila hal itu terjadi maka operator harus menekan tombol *reset* dan proses bisa diulang satu kali lagi. Proses pengulangan pengecekan produk yang dilakukan maksimum 2 kali pengecekan karena merupakan standar perusahaan manufaktur tersebut.
9. Setelah produk selesai dilakukan proses pengecekan maka produk harus diberi *stamp* sebagai tanda bahwa produk tersebut telah dilakukan pengecekan di mesin *leak test*.

Berdasarkan pada urutan kerja operator yang telah dibahas pada sub bab sebelumnya, maka dibuatlah *flowchart* program agar memudahkan



Gambar 9. Flow chart Program

4. KESIMPULAN

Pembuatan mesin *air leak test HVAC* di *line 6* menggunakan sistem kontrol masukan berupa tombol, photosensor, *QR Code (Quick Response)*, *pressure switch*, proses berupa PLC Omron CJ2M, *Differential Pressure Air Leak Test*, HMI dan keluaran berupa *pilot lamp*, *buzzer*, dan lampu dapat menampung *loading* yang berlebih pada *HVAC line 4* dengan rata-rata jumlah produksi 36779 pcs per bulan, yang seharusnya *HVAC line 4* hanya dapat menampung jumlah *overloading* produksi di *HVAC line 4* ditampung di *HVAC line 6*. Pembuatan program menggunakan PLC Omron CJ2M CPU 11 menggunakan bahasa *ladder diagram* dengan memakai *software CX Programmer* ver. 9.3 memiliki dua mode pengoperasian yaitu auto dan manual. Mesin dapat mendeteksi kebocoran pada bagian *evaporatorassy* berdasarkan *setting-an* parameter *air leak test* yang didapatkan dari hasil *trial* dengan standar produk EFC B 2.3 ml/min dan standar produk EFC C 2.36 ml/min.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Rullan, A., Programmable Logic Controllers versus Personal Computers for Process Control, *Computers ind. Engineering*, 1997; 1-2: 421-424.
- [2]. Valencia, G.P., J.A. Rossiter, Programmable logic controller implementation of an auto-tuned predictive control based on minimal plant information, *ISA Transactions*. 2011;50: 92-100.
- [3]. Ardi, S., Agus Ponco, Adli Fadli Kurnia, *Design Control System of the Out Diameter Finish Machine Based on Programmable Logic Controller*, International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology and Biomedical Engineering, Bandung, Indonesia. 2013.
- [4]. Ardi, S., Akhid Amin Rohayat, *Color Detection on Car Component Knock Down using Microcontroller PIC 16F877A and a Photodiode as a Sensor*, The 13th International Conference on QiR (Quality in Research), Yogyakarta, Indonesia. 2013;1149-1155,
- [5]. Ardi, S., Lin Prasetyani, Reza Guntur Budianto, *Pokayoke Control System Design using Programmable Logic Controller (PLC) on Station Final Check Propeller Shaft*, Proceeding Annual Engineering Seminar, Yogyakarta, Indonesia.2013;C74 – C80.
- [6]. Ardi, S., Paolo Marolanzano M, Modifikasi Sistem sensor pada Mesin Quenching dengan Menggunakan Sensor Jarak Silinder Monosashi-kun, *Technologic*.2013; 4(1): 41-49.
- [7]. Ardi, S., Prasetyo, D., *Design of Inspection Tool for Checking The Existence and Position of Hole Stopper Piston 5D9 Using Sick Inspector Camera at Automation Center Bosh Cutting & Engraving Machine*, Proceeding SNEEMO, Jakarta, Indonesia. 2011; C-77 – C-80.
- [8]. Ardi, S., Subagio, D., Sidik, M., "Automatic Detection Machine on the OLP (Outer Link Plate) Cam Chain Using Camera Sensor and Programmable Logic Controller", Proceeding MICEEI, Makasar, Indonesia.2014; 197-200.