

# MODIFIKASI KONTROL MESIN DRILL OIL HOLE BERBASIS PLC OMRON CJ1M-CPU21 UNTUK LINE AUTOMATION ROBOT 15

Agus Ponco, Rayaldi Muhammad, Syahril Ardi

Program Studi Teknik Produksi & Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra

Jl. Gaya Motor Raya No.8, Sunter II, Jakarta 14330, Jakarta

Email: agus.ponco@polman.astra.ac.id; rayaldism@gmail.com; syahril.ardi@polman.astra.ac.id

**Abstrak** – Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *spare part engine* berupa piston. Secara garis besar, proses produksi yang ada terdiri dari *proses melting, casting, cutting, heat treatment, machining, degreasing, coating, dan visual*. Dalam upaya meningkatkan produktivitas produksi pihak perusahaan melalui *departement maintenance* berencana membuat *line automation robot* baru, namun terdapat masalah yang muncul dalam pembuatan *line automation robot* yaitu beberapa mesin-mesin di *line 15* masih belum *compatible* untuk diintegrasikan dengan robot ABB-IRB1600 terutama pada bagian sistem kontrol. Salah satunya adalah mesin *drill oil hole*, dengan sistem kontrol mesin yang masih harus dioperasikan oleh operator dalam proses *start* dan *stop* mesin, selain itu belum adanya perangkat sensor untuk menunjang proses di mesin *drill oil hole*. Oleh karena itu penulis memodifikasi mesin tersebut dengan menambahkan tambahan komponen sensor seperti *mechanical touch switch, reed switch, dan proximity switch* serta aktuatur seperti *buzzer, warning lamp, tabular lamp, dan motor coolant*, merubah kontrol menjadi otomatis dengan mengintegrasikan mesin melalui perangkat *remote terminal* sehingga masalah pada pembuatan *line automation robot 15* dapat berjalan.

**Kata kunci** : *drill oil hole, sistem kontrol, PLC*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan yang bergerak di bidang pembuatan *spare part engine* berupa piston. Piston yang diproduksi berupa piston untuk kendaraan bermotor (mobil, bus, truk) dan piston untuk motor bakar yang tidak bergerak.

Proses pembuatan piston yang dimulai dari proses awal di *foundry* (Proses *Melting, Material Treatment, Gravity Casting, Sprue Cutting, Heat Treatment, Finishing*). Tahap kedua adalah *machining* (*Guide Bore Finish, Rough Turning, Rough Pin Hole, Ring Groove Finish, Drill Oil Hole, Pin Hole Finish, Outsider Diameter Finish*). Tahap ketiga adalah *surface treatment*, tahap selanjutnya adalah *visual*, dan tahap terakhir adalah *final inspection*.

Perusahaan ini, melalui *departement maintenance* berencana meningkatkan produktivitas produksi, salah satu caranya dengan membuat *line automation robot* baru dan melakukan modifikasi pada mesin-mesin di *line 15* agar dapat digunakan untuk *line automation robot* yang baru. Salah satu mesin yang akan di modifikasi adalah mesin *drill oil hole*.

Mesin *drill oil hole* adalah mesin yang berfungsi membuat lubang-lubang kecil dibagian *ring groove* piston yang berfungsi sebagai lubang oli untuk pelumasan, sehingga dibutuhkan ketelitian dan kepresisian yang tinggi agar piston yang dibuat sesuai (OK), namun ketersediaan mesin yang ada tidak dapat digunakan di *line automation robot 15* karena sistem kontrol mesin *drill oil hole* masih semi otomatis atau proses *start* dan *stop* mesin masih harus dilakukan oleh operator, hal ini menjadi masalah karena fungsi operator akan digantikan

oleh fungsi ABB arm robot sehingga perlu adanya integrasi antar mesin.

Oleh sebab itu, mesin *drill oil hole* ini dimodifikasi dengan mengubah bagian kontrol mesin yang semula masih semi otomatis menjadi otomatis serta menambahkan beberapa komponen sensor dan aktuatur untuk menunjang fungsi mesin *drill oil hole* sehingga dapat digunakan untuk *line automation robot 15*.

### 1.2 Perumusan Masalah

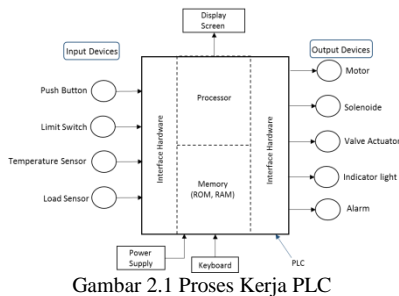
Sesuai dengan latar belakang diatas, penulis akan membahas perumusan masalah yaitu bagaimana memodifikasi kontrol mesin *drill oil hole* agar dapat digunakan di *line automation robot 15*.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 PLC

#### 2.1.1 Pengenalan PLC

*Programmable Logic Control* (PLC) adalah sistem berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan mengimplementasikan fungsi-fungsi seperti fungsi logika, pengurutan, pewaktuan, pencacahan dan aritmetika untuk mengontrol mesin-mesin dan proses, serta dirancang untuk dioperasikan oleh insinyur yang mungkin memiliki kemampuan dan pengetahuan terbatas mengenai komputer dan bahasa pemrograman.



Gambar 2.1 Proses Kerja PLC

PLC secara bahasa berarti pengontrol logika yang dapat diprogram, tetapi pada

kenyataannya, PLC secara fungsional tidak lagi terbatas pada fungsi-fungsi logika saja. Sebuah PLC dewasa ini juga dapat melakukan perhitungan-perhitungan aritmatika yang relatif kompleks, fungsi komunikasi, dokumentasi dan lain sebagainya. PLC banyak digunakan pada aplikasi-aplikasi industri, misalnya pada proses pengepakan, perakitan otomatis dan lain-lain. Hampir semua aplikasi kontrol listrik membutuhkan PLC.

Alasan utama perancangan PLC adalah untuk menghilangkan beban ongkos perawatan dan penggantian sistem kontrol mesin berbasis relay. Adapun ciri atau karakteristik PLC memiliki beberapa aspek sebagai berikut :

- a. PLC sebenarnya suatu sistem berbasis mikroprosesor yang memiliki fungsi - fungsi dan fasilitas utama dari sebuah mikro komputer.
- b. PLC diprogram melalui programming unit yang bisa berupa terminal komputer dengan VDU (Video Display Unit) dan keyboard atau dengan terminal portabel khusus (mirip kalkulator dengan tampilan LCD). Pada saat ini PLC dapat di program melalui PC.
- c. PLC mengontrol suatu alat berdasarkan status masukan/keluaran suatu alat dan program. Sehingga pengertian PLC yang awalnya berfungsi menggantikan peran relay, dapat diartikan sesuai kata penyusunnya adalah sebagai berikut :
  - a. Programmable yaitu menunjukkan kemampuannya yang dapat dengan mudah diubah-ubah sesuai program yang dibuat dan kemampuannya dalam hal memori program yang telah dibuat.
  - b. Logic yaitu menunjukkan kemampuannya dalam memproses input secara aritmatik (ALU) dengan melakukan proses membandingkan, menjumlahkan, mengkalikan, membagi, dan mengurangi.
  - c. Controller yaitu menunjukkan kemampuannya dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan output yang diinginkan.

### 2.1.2 Bagian-bagian PLC

Bagian-bagian dari sebuah sistem PLC terdiri dari lima komponen dasar yaitu unit *processor* atau CPU, memori, catu daya atau *power supply*, modul input atau output, dan piranti pemrograman.

1. Unit *Processor* atau *Central Processing Unit* (CPU)
2. Memori

3. Unit catu daya atau *Power Supply*
4. Modul input atau output
5. Piranti pemrograman

### 2.2 Protokol Komunikasi

Merupakan satu set aturan yang dibuat untuk mengontrol pertukaran data antar node (misalkan *device*), termasuk proses inisialisasi, verifikasi, cara berkomunikasi, dan cara memutuskan komunikasi. jaringan komunikasi ini memungkinkan adanya komunikasi antar pengguna node.

Berikut tugas dari protokol komunikasi:

1. Mendeteksi adanya koneksi
2. Bagaimana mengawali dan mengakhiri suatu pesan
3. Bagaimana format pesan yg digunakan
4. Tindakan yang diambil saat terjadi kerusakan pesan
5. Mengakhiri koneksi

#### 2.2.1 Komunikasi Data

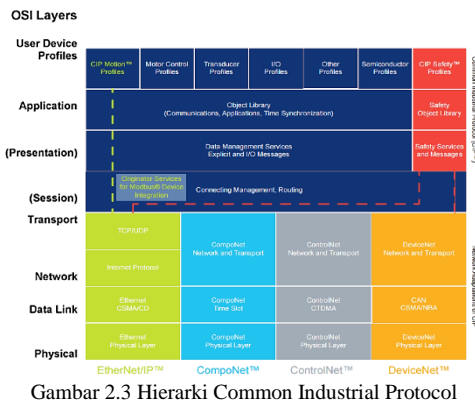
Komunikasi data merupakan suatu komunikasi dimana informasi yang dikirimkan adalah berupa data atau sinyal digital. Dalam penyampaian informasi perlu memerhatikan hal-hal berikut diantaranya :

1. Informasi dapat dimengerti oleh penerima.
2. Karakteristik sistem komunikasi.
3. Derau atau gangguan.

Hal yang tidak kalah penting dalam komunikasi data adalah transmisi. Media transmisi yang dapat digunakan antara lain adalah kabel dan radiasi elektromagnetik. Sedangkan untuk dapat saling berhubungan antar komputer dibutuhkan perjanjian - perjanjian khusus agar informasi yang dikirim dapat diterima dengan baik oleh penerima. Perjanjian yang demikian biasa disebut dengan protokol. Protokol pada umumnya berupa suatu software yang mengatur komunikasi data tersebut.

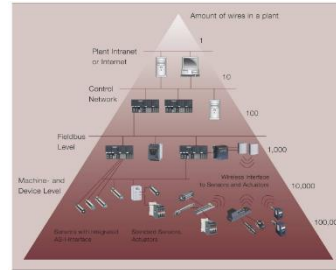
#### 2.2.2 Common Industrial Protocol (CIP)

Dalam dunia industri, protokol komunikasi yang dipakai adalah *Common Industrial Protocol* (CIP) sesuai standar *Open System Interconnection* (OSI) layer. CIP adalah aplikasi jaringan independen yang beroperasi independen dari media transmisi dan tidak mempengaruhi routing jaringan IP. Protokol ini meliputi aplikasi otomasi seperti sistem kontrol - manufaktur , keamanan , sinkronisasi , gerak , konfigurasi dan informasi . Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengintegrasikan aplikasi manufaktur.



Gambar 2.3 Hierarki Common Industrial Protocol

memiliki spesifikasi network terbuka, sehingga perangkat dari berbagai merek perusahaan dapat digunakan untuk membentuk suatu sistem network DeviceNet.



Gambar 2.4 Tingkatan Hierarki Jaringan

Dalam perkembangannya protokol CIP diadopsi menjadi empat jaringan yaitu :

1. Ethernet/IP adalah salah satu arsitektur LAN yang paling banyak penerapannya. Jaringan ini menggunakan topologi bus, star atau pohon. Ia menggunakan metode akses CSMA / CD yaitu di mana node memverifikasi adanya lalu lintas lainnya sebelum transmisi pada media transmisi bersama. Mendukung kecepatan transfer data 10 Mbps, Fast Ethernet (100 Base-T) - 100 Mbps, dan Gigabit Ethernet - 1000 Mbps.
2. ControlNet adalah protokol yang menggabungkan fungsionalitas dari sebuah jaringan I/O dan jaringan peer-to-peer. ControlNet lebih mengutamakan dalam hal upload & download program serta memberikan pesan. Protokol ini mendukung hingga 99 node.
3. DeviceNet adalah protokol yang umum digunakan dalam otomasi industri dan proses. Hal ini didasarkan pada teknologi CAN yang terbuka. Jaringan ini bertugas mendistribusikan dan mengelola perangkat sederhana ke seluruh arsitekturnya. Mendukung hingga 64 perangkat pada jaringan bus yang sama.
4. Modbus adalah seri protokol komunikasi berdasarkan arsitektur master / slave yang mengontrol komunikasi, dan sejumlah stasiun slave. Jaringan ini digunakan untuk memantau serta mengontrol perangkat, untuk berkomunikasi antar perangkat maupun sensor. Untuk memantau perangkat lapangan dengan menggunakan PC dan HMIs. Modbus menawarkan dua mekanisme komunikasi dasar:

\* Pertanyaan / jawaban (polling): *master* mengirimkan pertanyaan kepada salah satu stasiun, dan menunggu jawabannya.

\* Broadcast: *master* mengirimkan perintah ke semua stasiun pada jaringan, dan perintah ini dijalankan tanpa memberikan umpan balik.

### 2.2.3 Device Net

CompoBus/D adalah sistem network pada level I/O yang memenuhi kriteria *devicenet* yaitu network terbuka (open network). Karena itu CompoBus/D ini seringkali disebut sebagai sistem *devicenet*. Karena

Ada dua tipe komunikasi yang dapat dilakukan dalam sistem *DeviceNet* :

1. Komunikasi remote I/O (I/O jarak jauh) yang secara otomatis mentransfer I/O antara unit slave dan CPU tanpa ada program khusus dalam unit CPU.
2. Komunikasi Pesan (message) yang dapat membaca / menulis pesan, operasi kontrol, atau membentuk fungsi lain untuk unit master, unit CPU dimana unit master terpasang ataupun unit slave.

Ada dua macam konfigurasi untuk sistem ini yaitu :

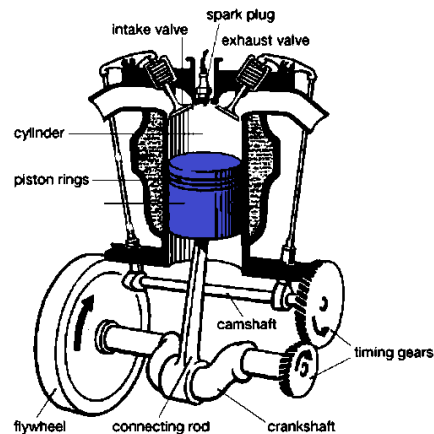
1. Sistem tanpa konfigurator.
2. Sistem dengan konfigurator.

Konfigurator adalah software aplikasi yang beroperasi dalam *computer* yang berfungsi sebagai salah satu node dalam sistem jaringan *DeviceNet*.

## III. PENGUMPULAN DATA DAN PERANCANGAN

### 3.1 Pengenalan Produk

PT. Federal Izumi Manufacturing merupakan perusahaan yang memproduksi salah satu komponen yang sangat diperlukan di sebuah komponen mesin yaitu piston. Piston adalah sumbat geser yang terpasang di dalam sebuah silinder mesin pembakaran dalam silinder hidrolik, pneumatik dan silinder pompa.



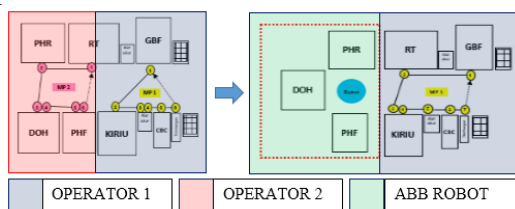
Gambar 3.1 Aplikasi piston pada block mesin

Piston pada mesin juga dikenal dengan istilah torak adalah bagian (parts) dari mesin pembakaran dalam yang berfungsi sebagai penekan udara masuk dan penerima tekanan hasil pembakaran pada ruang bakar. Piston terhubung ke poros engkol (*crankshaft*.) melalui setang piston (*connecting rod*). Material piston umumnya terbuat dari bahan yang ringan dan tahan tekanan, material pembuatan piston berupa *ingot* yang mempunyai kombinasi unsur material yang berbeda-beda. Unsur-unsur yang digunakan untuk kombinasi tersebut antaralain silikon (Si), besi (Fe), tembaga (Cu), mangan (Mg), seng (Zn), posfor (P), nikel (Ni), chromium (Cr), timah putih (Sn), timbal (Pb), titanium (Ti), dan calcium (Ca).

Piston merupakan salah satu komponen penting didalam sebuah silinder pembakaran, maka kepresisian dimensi piston berpengaruh dalam proses pembakaran. Dari hasil pembakaran didalam silinder mesin maka diperoleh hasil pembakaran untuk menggerakkan mesin. Oleh karena itu kualitas dimensi merupakan unsur utama yang harus diperhatikan untuk mendapatkan hasil yang baik dibutuhkan material dengan komposisi yang seimbang antara lain besi, aluminium, magnesium, dll serta proses produksi yang mendukung.

### 3.2 Line Machining 15

*Line machining 15* adalah *line* konvensional yang memproduksi piston jenis gasoline tipe D26F, D17, D16 dan motorcycle KVYB, line ini terdiri dari 7 mesin yaitu mesin *guide bore finish, rough turning, pin hole rough, drill oil hole, outside diameter finish, lapping, dan center bosh cutting*. Line ini dioperasikan oleh 2 operator, yang masing-masing operator bertugas mengoperasikan 3 sampai 4 mesin.



Gambar 3.6 Area kerja operator di Line 15

Berdasarkan gambar 3.6 dapat dilihat bahwa terjadi perubahan layout posisi mesin dan penambahan robot di line 15 sehingga terjadi pengurangan jumlah operator yang semula berjumlah 2 orang berkurang menjadi 1 orang karena fungsi operator digantikan oleh robot abb arb 1600.

Perubahan line conventional menjadi line automation robot di line 15 membuat Dept. Maintenance melalui *Preventive maintenance* melakukan *preparation* dan *reconditioning* mesin di line 15. Line automation robot memiliki perbedaan dengan line conventional karena line automation robot memakai robot abb arb 1600 sebagai pengganti operator, sehingga proses *pick and place* piston dilakukan oleh robot abb 1600 secara otomatis. Perubahan line ini berdampak pada beberapa mesin yang harus di *improvement* karena *uncompatible* saat di integrasikan untuk *line automation*, tabel

menunjukkan mesin-mesin di line 15 yang harus di modifikasi untuk integrasi *line automation robot*.

Tabel 3.1 Daftar nama mesin yang perlu dimodifikasi

No.	Nama Mesin	Keterangan
1.	PHR	Perlu modifikasi sistem kontrol
2.	DOH	Perlu modifikasi sistem kontrol
3.	PHF	Perlu modifikasi sistem kontrol

Berdasarkan tabel 3.1 ada tiga buah mesin yang harus di modifikasi untuk pembuatan line automation robot 15, penulis hanya memilih 1 mesin untuk di modifikasi yaitu mesin DOH (*drill oil hole*).

### 3.3 Perancangan Modifikasi Kontrol

Fungsi kontrol dalam bagian alat ini yaitu untuk pengontrolan kerja *auto sliding*. Berikut ini beberapa alternatif yang bisa digunakan sebagai kontrol, antara lain:

#### 3.3.1 Alternatif Tambahan Device Input dan Output

Tambahan device input dan output diperlukan karena adanya perubahan komponen input dan output. Berikut ini beberapa alternatif yang bisa digunakan sebagai kontrol, antara lain:

Tabel 3.3 Alternatif tambahan media *input* dan *output*

Alternatif	Keuntungan	Kerugian
<i>Input dan Output PLC CJ1W-ID211 dan OC211</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mudah dalam pemrograman</li> <li>Jumlah I/O dapat disesuaikan</li> <li>Instalasi <i>wiring</i> mudah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga relative mahal</li> </ul>

#### 3.3.2 Alternatif Sensor

Sensor adalah suatu komponen pada mesin yang berfungsi untuk mendeteksi gerak pada mesin serta memberikan *input* balik ke sistem kontrol. Berikut ini alternatif yang bisa digunakan, yaitu :

Tabel 3.4 Alternatif fungsi sensor

Alternatif	Keuntungan	Kerugian
<i>Proximity dan Reed Switch</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tepat dan cepat saat mendeteksi gerakan mesin.</li> <li>Aman terhadap getaran pada mesin.</li> <li>Dapat dengan mudah mengubah letak posisi pada mesin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga relatif mahal.</li> <li>Terdapat <i>error</i> dalam waktu tertentu</li> </ul>

#### 3.3.3 Alternatif Komunikasi Signal

Komunikasi *signal* adalah suatu komponen pada mesin yang berfungsi untuk memberi *signal input* dan *output*. Karena komponen yang bisa digunakan hanya *device remote terminal* maka langsung ditetapkan *remote terminal* sebagai alternatif komunikasi *signal*.

Tabel 3.5 Alternatif komunikasi *signal*

Alternatif	Keuntungan	Kerugian
<i>Remote terminal (Device Unit)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>I/O yang tersedia cukup banyak</li> <li>Instalasi mudah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Harga relatif mahal</li> <li>Membutuhkan <i>remote master</i></li> </ul>

## IV. PEMBUATAN DAN PENGUJIAN

### 4.1 Pembuatan



Sesuai konsep modifikasi yang dijabarkan pada BAB III, berikut ini adalah hasil modifikasi pada mesin *drill oil hole*:

#### 4.1.1 Pengabelan Elektrik

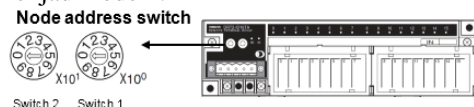
Sesuai dengan konsep dan modifikasi yang telah dijelaskan, terdapat beberapa penambahan I/O pada tema modifikasi mesin ini. Diantaranya penambahan *unit auto sliding*, unit sensor *drill* patah, unit sensor *selfeeder* miring, *unit servo origin*, *unit motor coolant* dan unit aktuator tambahan.



Gambar 4.1 Pemasangan reed

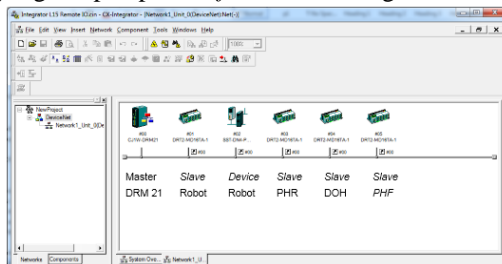
#### 4.1.2 Setting Node Unit Remote Terminal

Konfigurasi pada unit *Slave Remote I/O DRT2-MD16TA-1* meliputi pengaturan node pada *slave* secara manual dengan mengubah node address *switch 1* ke angka 4 sedangkan *switch 2* ke angka 0. Sehingga node unit *slave* menjadi node 4.



Gambar 4.18 Setting node

Berikut tampilan *integrator* pada sistem integrasi L15 yang tampak pada *software CX-Integrator*.



Gambar 4.19 Tampilan Integrator L15

#### 4.1.3 Pembuatan Program

Pada modifikasi mesin *drill oil hole* ini, pemrograman dilakukan menggunakan laptop atau komputer dengan menggunakan *software CX-Programmer 9.3*. Pemrograman *PLC* ini juga berkaitan dengan pengalaman pada *HMI*. Bahasa pemrograman adalah *ladder diagram*. Program pada *PLC* yang mengalami perubahan antara lain :

1. Pengalamatan I/O
2. Program *Start Position*
3. Program *Safety*
4. Program *Komunikasi Robot*
5. Program *Aktuator Tambahan*

## 4.2 Pengujian Sistem Kerja Drill Oil Hole

Pengujian terhadap sistem kerja proses *drill oil hole* dilakukan untuk mengetahui apakah bagian unit *drill oil hole* dapat berfungsi sesuai dengan spesifikasi proses yang diinginkan. Hasil pengujian sistem kerja proses *drill oil hole* ditunjukkan oleh tabel 4.4 dibawah ini :

Tabel 4.4 Pengujian sistem kerja *drill oil hole*

No.	Check Poin	Status
<b>Kondisi Normal</b>		
1	Saat mesin dinyalakan maka <i>PLC</i> aktif, dan <i>HMI</i> aktif	✓
2	Ketika tombol <i>emergency stop</i> ditekan maka <i>output</i> akan melakukan gerakan <i>reset</i> ke <i>home position</i> , tampilan <i>screen HMI</i> menunjukkan tampilan <i>alarm</i> , <i>warning lamp</i> dan <i>buzzer</i> aktif.	✓
3	Ketika tombol <i>emergency stop release</i> maka tampilan <i>screen</i> berada di mode <i>preparation</i> , <i>warning lamp</i> dan <i>buzzer</i> mati, mesin siap digunakan	✓
4	Ketika mesin sedang melakukan proses maka tampilan <i>HMI</i> akan menunjukkan <i>cycle time</i> mesin, derajat <i>servo</i> dan jumlah <i>piston</i> yang dihasilkan.	✓
<b>Mode Automatis</b>		
1	Ketika signal <i>start</i> dari <i>remote terminal</i> masuk ke <i>input PLC</i> maka silinder <i>clamp</i> akan maju, dan <i>output PLC</i> akan mengirim signal <i>running position</i> ke <i>remote terminal</i> .	✓
2	Ketika sensor <i>clamp FWD</i> aktif maka <i>slider</i> akan bergerak mundur	✓
3	Ketika sensor <i>slider BWD</i> aktif maka motor <i>servo</i> akan berputar melakukan <i>indexing sequence</i> dengan derajat tertentu dan motor <i>selfeeder 1</i> , motor <i>selfeeder 2</i> , motor <i>coolant 2</i> akan aktif	✓
4	Ketika mencapai derajat <i>sequence</i> maka silinder <i>selfeeder 1</i> dan silinder <i>selfeeder 2</i> akan bergerak maju sesuai dengan pengaturan <i>layer</i> lubang di <i>setting value</i> .	✓
5	Ketika sensor <i>selfeeder 1 FWD</i> dan <i>selfeeder 2 FWD</i> aktif maka silinder <i>selfeeder 1</i> dan silinder <i>selfeeder 2</i> akan bergerak mundur.	✓
6	Ketika sensor <i>selfeeder 1 BWD</i> dan <i>selfeeder 2 BWD</i> aktif maka motor <i>servo</i> akan melakukan <i>indexing sequence</i> kembali hingga jumlah <i>layer</i> yang diinginkan tercapai.	✓
7	Ketika jumlah <i>layer</i> sudah tercapai maka motor <i>servo</i> akan berputar hingga sensor <i>origin</i> aktif. <i>Slider</i> akan bergerak maju, motor <i>selfeeder 1</i> , motor <i>selfeeder 2</i> , motor <i>coolant 2</i> akan mati.	✓
8	Ketika sensor <i>slider FWD</i> aktif maka silinder <i>clamp</i> akan bergerak mundur	✓
9	Ketika sensor <i>clamp BWD</i> aktif maka <i>output PLC</i> akan mengirim signal <i>finish position</i> ke <i>remote terminal</i> .	✓
<b>Kondisi Abnormal</b>		
1	Ketika <i>input PLC</i> menerima signal <i>emergency</i> dari <i>remote terminal</i> maka mesin akan melakukan gerakan <i>reset</i> , <i>buzzer</i> dan <i>warning lamp</i> akan aktif, dan tampilan <i>screen HMI</i> menunjukkan tampilan <i>alarm</i> .	✓
2	Ketika salah satu <i>thermal overload relay</i> aktif maka mesin akan melakukan gerakan <i>reset</i> , <i>buzzer</i> dan <i>warning lamp</i> akan aktif, dan tampilan <i>screen HMI</i> menunjukkan tampilan <i>alarm</i> .	✓
3	Ketika tombol <i>emergency stop</i> ditekan maka mesin akan melakukan gerakan <i>reset</i> , <i>buzzer</i> dan <i>warning lamp</i> akan aktif, dan tampilan <i>screen HMI</i> menunjukkan tampilan <i>alarm</i> .	✓

#### Keterangan :

- OK : Kerja mesin sesuai dengan cek poin.  
NG : Kerja mesin tidak sesuai dengan cek poin.

## V. KESIMPULAN

Modifikasi pada mesin *drill oil hole* dapat menghasilkan beberapa kesimpulan yang dapat menjawab perumusan masalah yang ada dalam penelitian ini. Kesimpulan dari penelitian, yaitu:

1. Menambah komponen berupa *remote terminal DRT-21-MD16-TA-1*, sensor *mechanical touch switch*, dan *aktuator buzzer, warning lamp, tabular lamp, solenoid valve, motor coolant* di mesin *drill oil hole* sehingga kontrol mesin *drill oil hole* sesuai dengan kebutuhan di *line automation robot 15*.
2. Menambah program terkait modifikasi kontrol mesin *drill oil hole*, berupa program otomatis, start position, safety, komunikasi dan integrasi sehingga mesin *drill oil hole* bisa dipakai di *line automation robot 15*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Batam Institutional Development Project, 2010 PLC Aplikasi-Pneumatik, (Jakarta : AusAID)
- [2] Bolton, W. 2009. Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol (Jakarta: Erlangga).
- [3] Eko, Putra Agfianto. 2007, PLC (Yogyakarta : Gava Media).
- [4] Stefano, Joseph J., Di Ph.D, Stubberud, Allen R. Ph.D, Williams, Ivan J. Ph.D, Alih bahasa oleh Ir. Herman Wododo Soemitro. 1996, Sistem Pengendalian dan Umpan Balik (Jakarta: Erlangga)
- [5] Sularso, Sugo Kiokatsu. 1997, Dasar Perencanaan dan Pemeliharaan Elemen Mesin. PT Pradaya Pratama, Jakarta.
- [6] Yani, Ahmad. 2010 Panduan Menjadi Teknisi Jaringan Komputer, (Jakarta: Kawan Pustaka)