

PEMBUATAN ALAT PENDETEKSI LUBANG *DRILL STOPPER* PADA PROSES *MANUFACTURING PISTON* DI *MACHINING LINE* PT CDE

Djoko Subagio, Syahril Ardi, Budi Sulaiman
Program Studi Teknik Produksi & Proses Manufaktur, Politeknik Manufaktur Astra
Jl. Gaya Motor Raya No. 8, Sunter II, Jakarta 14330, Indonesia
Email: joko.subagio@polman.astra.ac.id; syahril.ardi@polman.astra.ac.id

Abstrak

Berdasarkan data dari Departemen Quality Control di PT CDE, terdapat 74 masalah yang ditemukan pada piston tipe 3SO1 dan 5D9 selama tahun 2008. Hal ini karena lubang *drill stopper* tidak ada maupun lubang *drill stopper* terbalik. Divisi Engineering PT CDE ingin membuat suatu alat pendeteksi otomatis untuk mendeteksi ada atau tidaknya lubang *drill stopper* pada proses *manufacturing piston*. Dalam penelitian ini, dilakukan penelitian yang berkaitan dengan disain alat pendeteksi otomatis dengan menggunakan *vision sensor* dan digabungkan ke dalam salah satu mesin di *machining line motorcycle*. Telah dibuat suatu alat yang dapat mendeteksi lubang *drill stopper* sehingga apabila terjadi kesalahan tidak berlanjut ke proses berikutnya. Perancangan juga dengan membuat hubungan komunikasi antara alat pendeteksi dengan PLC, sehingga mengurangi keterlibatan orang untuk memeriksa ada atau tidaknya lubang *drill stopper*. Alat pendeteksi untuk lubang *drill stopper piston* ini dibuat dengan menggunakan *vision sensor Omron F160-S2*. *Vision sensor Omron F160-S2* dapat mengambil citra pada lubang *drill stopper*. Citra tersebut lalu diproses dengan menggunakan *Omron F160-C10E-2 vision mate controller*. Hasil pemrosesannya berupa data bilangan biner yang menyatakan OK atau NG (*Not Good*). Alat tersebut bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan.

Kata kunci: Alat pendeteksi *drill stopper* otomatis, *vision sensor*, *machining line*

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari seksi Quality Control tahun 2008, terdapat masalah pada lubang *drill stopper piston* berjenis 5D9 dan 3SO1. Masalah yang timbul akibat dari lubang *drill stopper* yang tidak ada selama tahun 2008 berjumlah 33 item. Ada suatu perbaikan yang ingin dilakukan oleh PT CDE, yaitu membuat alat pendeteksi lubang *drill stopper*. Seksi *Machining Process Development* Divisi Engineering telah mempunyai *vision sensor Omron F160-S2* yang tidak terpakai. Oleh karena

itu, penulis melakukan penelitian terkait dengan disain alat pendeteksi lubang *drill stopper* dengan menggunakan *vision sensor* yang tidak terpakai itu. Dengan telah dibuatnya alat pendeteksi lubang *drill stopper*, diharapkan *piston* yang *reject* akibat dari masalah lubang *drill stopper piston* yang tidak ada dapat terdeteksi. Pada penelitian ini penulis merumuskan masalah berdasarkan latar belakang, yaitu: Bagaimana cara membuat alat pendeteksi untuk mendeteksi adanya lubang *drill stopper piston*; Bagaimana cara membuat hubungan *interface* antara alat pendeteksi dengan mesin yang digunakan.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan riset terkait dengan studi kasus “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”. Dengan alat pengecek stopper hole otomatis menggunakan sensor kamera SICK Inspector I10 Dome, jumlah *reject piston 5D9* tanpa stopper hole yang lolos dari proses visual dapat diminimalkan [1].

II. METODOLOGI DAN PERANCANGAN

Seksi Quality Control PT CDE mempunyai data *reject piston* selama tahun 2008 yang ditemukan saat inspeksi visual seperti terlihat pada Tabel 1. Akan tetapi yang dibahas disini yaitu permasalahan yang terjadi pada lubang *drill stopper piston* tidak ada. Berdasarkan data tersebut, terdapat beberapa masalah pada lubang *drill stopper piston* yang ditemukan saat pemeriksaan visual. *Reject piston* akibat dari lubang *drill stopper* yang tidak ada selama tahun 2008 yaitu berjumlah 33 item. Lubang *drill stopper* berfungsi untuk menahan ring yang ditempatkan di *oil ring groove*. Tipe *piston* yang memiliki lubang *drill stopper* hanya ada 2, yaitu 3SO1 dan 5D9. *Piston 3SO1* dan 5D9 merupakan *piston* untuk sepeda motor 4 tak. Apabila *reject piston* akibat lubang *drill stopper* yang tidak ada telah sampai kepada *costumer* maka akan merugikan perusahaan. Hal ini disebabkan karena ada proses yang terbuang sia-sia, diperlukan *piston* pengganti untuk menggantikan *piston* yang *reject*, pengiriman barang menjadi terlambat, dan

apabila *reject piston* tersebut ada yang sampai kepada *costumer* maka akan membuat nama perusahaan jatuh. Untuk mencegah agar *reject piston* akibat masalah dari lubang *drill stopper* tersebut tidak sampai kepada *costumer* maka memerlukan keterlibatan pekerja tambahan pada area inspeksi visual hanya untuk memeriksa ada atau tidaknya lubang *drill stopper* pada *piston*. Masalah yang muncul dari lubang *drill stopper* yang tidak ada tersebut disebabkan *operator* yang lupa memproses lubang *drill stopper* di mesin *drill stopper* sehingga lubang *drill stopper* tidak terproses.

Tabel 1. Data *reject piston* selama tahun 2008

Masalah	Bulan												Total	
	Dec-07	Jan-08	Feb-08	Mar-08	Apr-08	May-08	Jun-08	Jul-08	Aug-08	Sep-08	Oct-08	Nov-08		Dec-08
Stamping terbalik	52	68	55	41	71	44	79	100	45	52	27	48	39	721
Drill tidak ada	28	48	25	41	29	31	45	30	34	18	24	51	42	446
Drill tidak tembus	12	13	11	7	11	8	15	9	10	12	7	11	7	133
Stamping tidak ada	9	10	7	10	11	9	11	19	10	9	11	4	6	128
Pin Hole Offset terbalik	4	11	7	8	6	10	9	8	7	5	4	5	7	91
Belum Proses PHF	6	4	7	6	9	7	10	7	15	5	5	5	2	88
Drill Oil Hole (+/(-))	0	7	0	4	11	4	15	5	4	1	3	6	5	65
Drill Stopper terbalik	0	0	2	0	0	0	0	0	1	12	4	7	15	40
Belum Proses ODF	3	1	2	5	4	1	5	0	2	0	2	1	8	34
Drill Stopper tidak ada	0	2	5	0	1	3	6	2	1	4	3	1	5	33
Notch Pin tidak ada	0	1	1	1	0	1	1	0	3	1	2	2	3	16
Slit Cutting tidak ada	1	0	0	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	6
Notch Pin terbalik	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5
Belum Proses Valve	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Front Mark tidak ada	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Salesion tidak ada	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Drill Stopper terbus	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Front Mark dalam	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Jumlah	116	166	124	124	155	121	200	180	133	120	93	141	139	1812

Berdasarkan kondisi tersebut, Seksi Machining Process Development Divisi Engineering PT CDE membuat suatu *improvement* untuk mengecek adanya lubang *drill stopper piston* menggunakan *pokayoke* atau alat anti salah. PT CDE telah memiliki *vision sensor* Omron F160-S2 yang tidak terpakai dan dapat digunakan untuk mengambil citra dari permukaan *piston*. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian terkait dengan disain alat pendeteksi lubang *drill stopper piston* menggunakan *vision sensor* yang tidak terpakai tersebut.

Vision sensor tersebut dapat digunakan untuk mengecek lubang *drill stopper piston* karena dapat bekerja sebagai pengganti mata manusia untuk melakukan inspeksi dengan cara memproses citra menggunakan kamera. *Vision sensor* ini digunakan untuk mendeteksi keberadaan lubang *drill stopper*.

Berdasarkan penjelasan yang didapatkan dari Seksi Machining Process Development Divisi Engineering, dapat disimpulkan beberapa hal penting untuk membuat alat pendeteksi lubang *drill stopper* ini yaitu: alat pendeteksi lubang *drill stopper* harus mempunyai indikator yang jelas agar dapat diketahui oleh operator; membuat *working instruction* untuk pengaturan citra dari *vision sensor*.

Penempatan *Vision Sensor* Omron F160-S2 Di *Line Machining*

Flow process pembuatan produk *piston* tipe 3SO1 dan 5D9 tidak jauh berbeda dengan tipe *piston motorcycle* lainnya yaitu dibagi dalam dua proses utama yaitu *foundry* dan *machining*. Akan tetapi yang dibahas di sini yaitu pada proses pembuatannya di *machining*. *Line machining* yang memproduksi *piston* tipe 3SO1 dan 5D9 adalah *line 10, line 11, line 12 dan line 18*. Dari empat *line* tersebut, jumlah *reject piston* dengan tipe 3SO1 dan 5D9 di *line 18* merupakan yang terbanyak berdasarkan data dari Seksi Visual Departemen *Quality Control* di PT CDE. Oleh karena itu perlu dibuat suatu alat *pokayoke* untuk mendeteksi adanya lubang *drill stopper* di *line 18*. Untuk mendeteksi ada atau tidaknya lubang *drill stopper* maka digunakan *vision sensor* Omron F160-S2. *Vision sensor* Omron F160-S2 digunakan karena dapat menangkap seluruh tampilan dari permukaan *piston* secara lebih jelas dan presisi. Lubang *drill stopper* diproses di mesin *stopper oil hole drilling*. Penulis tidak menempatkan *vision sensor* di mesin *stopper oil hole drilling* karena tidak terdapat ruang yang mencukupi untuk menempatkan pada mesin tersebut. Selain itu, pada mesin tersebut terdapat *coolant* yang akan mengganggu dalam pengambilan citra. Gambar 1 memperlihatkan mesin *Stopper Oil Hole Drilling* di *line 18*.



Gambar 1. Mesin *Stopper Oil Hole Drilling*

Setelah menganalisa dari alur proses pembuatan, *layout*, dan ruang yang masih tersisa dari mesin-mesin di *line 18* sesudah proses *drill stopper*, maka diperoleh kesimpulan untuk menempatkan *vision sensor* Omron F160-S2 di mesin PHF (*Pin Hole Finish*). Hal ini dikarenakan di mesin PHF masih terdapat sisa ruang yang mencukupi, alur proses dari mesin *drill stopper* ke PHF tidak terlalu jauh, dan dekat dengan mesin *drill stopper*. Jadi, sangat memungkinkan untuk penempatan *vision*.

Spesifikasi Mesin *Pin Hole Finish* di *Line 18*

Mesin PHF yang ada di PT CDE merupakan proses lanjutan dari RPH (*Rough Pin Hole*) untuk memproses lubang *pin hole piston*. Permukaan dalam dari lubang *pin hole piston* yang telah

diproses di RPH masih belum halus dikarenakan pada proses ini merupakan pemakanan awal. Oleh karena itu diperlukan mesin PHF untuk menghaluskan permukaan dalam dari lubang *pin hole piston* tersebut. Gambar 2 memperlihatkan mesin *Pin Hole Finish*.



Gambar 2. Mesin *Pin Hole Finish*

Spesifikasi *Vision Sensor Omron F160-S2* dan *Omron F160-C10E-2 Vision Mate Controller*

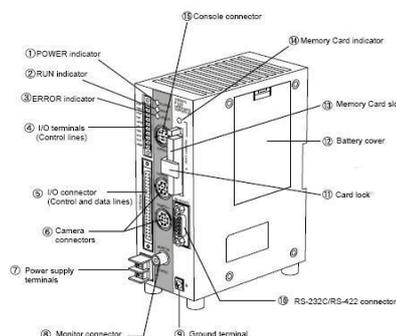
Vision sensor Omron F160-S2 adalah salah satu *vision sensor* dari beberapa tipe yang ada. *Sensor* ini bekerja sebagai pengganti mata manusia untuk melakukan inspeksi dengan cara memproses citra menggunakan kamera. Kecepatan *shutter* dari *Vision sensor* Omron F160-S2 dapat diatur lewat 8 pengaturan pada *Omron F160-C10E-2 vision mate controller*. Gambar 3 memperlihatkan *Vision sensor* Omron F160-S2.



Gambar 3. *Vision sensor* Omron F160-S2

Inspeksi visual dilakukan secara otomatis dan inspeksi yang rumit dapat dilakukan dengan teliti pada kecepatan tinggi. Kecepatan pencarian citra dalam suatu gambar dapat mencapai 5000 item per menit dengan kecepatan penangkapan citra sebesar 52 ms. *Omron F160-C10E-2 vision mate controller* adalah *controller* dari *vision sensor* Omron F160-S2. Pengolahan data dari *vision sensor* Omron F160-S2 dilakukan di sini, *Omron F160-C10E-2 vision mate controller* ini juga berguna untuk membuat hubungan komunikasi dengan *device eksternal* yang lain, misalnya PLC. Batas maksimal penyimpanan citra pada *Omron F160-C10E-2 vision mate controller* adalah 35 citra. Citra dari layar pengaturan menu dan layar pengukuran dapat ditangkap dan kemudian dapat juga disimpan di kartu memori. Fitur ini sangat bermanfaat untuk membuat dokumentasi. Akan tetapi dari kondisi

yang ada, kartu memori tidak digunakan dikarenakan kartu memori tersebut hilang akibat *vision sensor* sudah lama tidak digunakan. Gambar 4 memperlihatkan bagian-bagian dari *Omron F160-C10E-2 vision mate controller*. Untuk mengaktifkan *Omron F160-C10E-2 vision mate controller* ini menggunakan tegangan 24V DC.



Gambar 4. Bagian - bagian dari *Omron F160-C10E-2 vision mate controller*

Omron F160-C10E-2 vision mate controller mempunyai *port* untuk menghubungkan RS-232C/RS-422, *I/O terminals*, dan *I/O connector* untuk dapat dihubungkan ke *device eksternal*, misalnya PLC, komputer ataupun *sync sensor*. Agar lebih mudah dalam menghubungkan ke PLC maka digunakan *port* untuk RS-232C/RS-422A.

Penempatan *Vision Sensor Omron F160-S2*

Penempatan *Vision Sensor* Omron F160-S2 dipengaruhi oleh kondisi pada mesin PHF di *line 18*. Berdasarkan kondisi mesin PHF di *line 18* maka dibuatlah konstruksi mekanik dari 2 buah batang besi yang disatukan dengan menggunakan *strut clamp*. Konstruksi mekanik dibuat seperti ini agar dapat dilakukan pengaturan untuk dapat ditentukan jarak pada ketinggian berapa dan dimana letak yang tepat dalam pengambilan citra dari suatu benda kerja, dalam hal ini *piston* yang berada di atas *jig* pada mesin PHF *line 18*. Gambar 5 memperlihatkan jarak antar *strut clamp* pada konstruksi mekanik yang sudah disesuaikan dengan letak *piston* pada mesin PHF *line 18*.



Gambar 5. Jarak antar *strut clamp* pada konstruksi mekanik yang sudah disesuaikan dengan letak *piston* pada mesin PHF

Untuk mendapatkan suatu hasil pencitraan *piston* yang baik, diperlukan jarak yang tepat antara *vision sensor* dengan *piston*. Jarak tersebut tidak boleh terlalu dekat ataupun terlalu jauh karena akan mengakibatkan gambar menjadi tidak fokus. Berdasarkan kondisi di lapangan itulah penulis membuat beberapa percobaan pengaturan jarak secara manual antara *vision sensor* dengan *piston* dan ditemukanlah jarak yang cukup baik dalam pengambilan citra *piston* di atas *jig* pada mesin PHF line 18. Gambar 6 memperlihatkan mesin PHF line 18 dengan penambahan *vision sensor*.



Gambar 6. Mesin PHF dengan penambahan *vision sensor*

Untuk melihat tampilan hasil dari pencitraan *vision sensor* menggunakan monitor CRT (*cathode ray tube*). Monitor CRT yang digunakan berjenis monokrom, jadi tampilan citra pada layar yang terlihat tidak seperti warna aslinya.

Pengaturan Pada Omron F160-C10E-2 Vision Mate Controller

Pengaturan pada Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* menggunakan F150- KP console dari Omron. Gambar 7 memperlihatkan F150- KP console.



Gambar 7. F150- KP console

Pengaturan Hubungan Komunikasi

Untuk melakukan hubungan komunikasi dengan *device* eksternal dapat menggunakan kabel serial maupun kabel paralel. Akan tetapi yang digunakan disini adalah kabel serial untuk dapat menghubungkannya ke PLC. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengaturan hubungan komunikasi serial, antara lain:

- Untuk pengaturan *interface* yang digunakan, terdapat 2 pilihan untuk dipilih, yaitu RS-232C atau RS-422. Akibat rusaknya *port* RS-232C pada Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* maka untuk dapat melakukan

hubungan komunikasi dengan PLC digunakanlah *port* RS-422.

- Untuk pengaturan *baud rate*, *data length*, *parity bits*, dan *stop bits* disesuaikan dengan pengaturan yang terdapat pada PLC.
- Untuk memilih *mode* komunikasi yang digunakan, terdapat 2 pilihan yang untuk dipilih, yaitu normal atau *host link*. *Mode* normal digunakan untuk melakukan hubungan komunikasi dengan *personal computer*, sedangkan *mode host link* digunakan untuk melakukan hubungan komunikasi dengan PLC. Oleh karena itu, dipilih *mode host link* dikarenakan *device* eksternal yang digunakan adalah PLC.

Setelah itu dilanjutkan dengan pengaturan *host link* untuk menetapkan *read area* yaitu di area mana Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* membaca perintah dari PLC dan *write area* yaitu di area mana Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* mengirim data ke PLC. Untuk pengaturan pada *host link* terdapat beberapa item yang tersedia, yaitu :

- *Read area* yaitu pilihan area data dimana *read area* diletakkan. Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* memeriksa *read area* untuk digunakan dalam menjalankan perintah. Pilihannya antara lain IR (I/O) *area*, HR *area*, LR *area*, DM *area*, or None. Karena pada PLC digunakan DM sebagai area data, maka dipilihlah DM *area*.
- *Begin read work* yaitu menetapkan alamat permulaan dari *read area*. Jangkauan pengaturan dari *begin read work* ini yaitu 0 sampai 9995, dan untuk pengaturan *default* yaitu 0. Untuk memudahkan dalam mengingat alamat permulaan, maka penulis menggunakan 100 sebagai *begin read work*.
- *Begin write word* yaitu menetapkan alamat permulaan dari *read area*. Jangkauan pengaturan dari *begin write work* ini yaitu 0 sampai 9996, dan untuk pengaturan *default* yaitu 100. Untuk memudahkan dalam mengingat alamat permulaan, maka penulis menggunakan 200 sebagai *begin write work*.
- *Write area* yaitu pilihan area data dimana *write area* digunakan. Hasil eksekusi *output* dari Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* dikirim ke PLC. Pilihannya antara lain IR (I/O) *area*, HR *area*, LR *area*, DM *area*, or None. Karena pada PLC digunakan DM sebagai area data, maka dipilihlah DM *area*.

Dalam penelitian sebelumnya, aplikasi PLC sudah diterapkan pada kasus-kasus berikut: design of Sensory Station System for Modular Mechatronics System at Politeknik Manufaktur Astra, Design of Gasket Loading and Crimping Machine Control

System for Oxygen Sensor Products 2 Wheel Vehicle Based PLC [2, 3].

Pengaturan Citra Pada Omron F160-C10E-2

Vision Mate

Controller

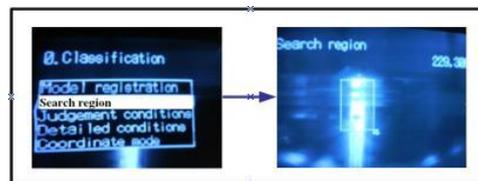
Setelah melakukan pengaturan hubungan komunikasi pada Omron F160-C10E-2 *vision mate controller*, lalu dilanjutkan dengan pengaturan pada citra yang telah tertangkap oleh *vision sensor*. Pengaturan pada citra dilakukan untuk mengetahui area mana yang akan dideteksi. Untuk menangkap citra *piston* pada Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* terdapat 2 cara, yaitu secara manual atau otomatis. Cara manual yaitu dengan menekan tombol *trigger* pada F150- KP *console*, sedangkan cara otomatis yaitu dengan menggunakan bantuan PLC. Setelah citra *piston* telah tertangkap maka pengaturan citra *piston* dapat dilakukan [4].

Terdapat beberapa menu untuk menjalankan operasi yang berbeda-beda, antara lain menu *SET* untuk mengatur kondisi pada saat melakukan inspeksi, menu *MON* (*monitor*) untuk mengecek apakah inspeksi telah berjalan dengan benar sesuai kondisi inspeksi yang telah ditetapkan akan tetapi hasil dari pengecekan ini tidak dapat dikeluarkan ke *device* eksternal lainnya. Menu *RUN* untuk melakukan inspeksi dan hasil inspeksinya dapat dikeluarkan ke *device* eksternal, *SYS* (*sistem*) untuk mengatur kondisi pada kamera F160, menu *TOOL* untuk menyimpan hasil pengaturan dan citra ke *computer*, dan menu *SAVE* untuk menyimpan data. Pengaturan citra dilakukan di menu *SET*. Setelah dalam tampilan menu *SET*, maka dipilih menu *Measurement* untuk melakukan pengolahan citra lalu pilih lagi *Classification* untuk menggolongkan pengolahan citra. Setelah menu *Classification* dipilih, terdapat beberapa menu penting di dalamnya, yaitu menu *Model Registration*, *Search Region*, dan *Judgement Conditions*.

Menu *Model Registration* digunakan untuk mendaftarkan model yang akan dijadikan patokan dari citra yang telah ditangkap. Setelah memilih menu *Model Registration* maka layar yang berisi angka *indeks* 0 - 7 akan ditampilkan. Kombinasi tombol *SHIFT*+Atas/ bawah pada *console* digunakan untuk memilih angka *indeks*. Angka *indeks* tersebut nantinya akan berisi model yang sudah didaftarkan. Pilih angka yang diinginkan lalu pilih *Registration*, lalu pilih lagi *New* untuk mendaftarkan model baru.

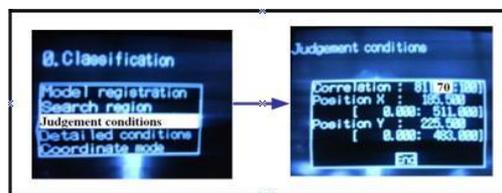
Setelah itu pilih bentuk yang akan digunakan untuk mendaftarkan model, karena model yang akan didaftarkan berupa lingkaran maka dipilih bentuk *Circle*. Lalu pilih *OR*, setelah itu sesuaikan bentuk *Circle* tadi dengan bentuk model yang ingin didaftarkan. Apabila sudah, pilih *End*. Setelah selesai, maka tampilan *Figure 0* hasil *Model Registration* akan ditampilkan pada angka *indeks*.

Search Region digunakan untuk menentukan sisi area mana yang akan dijadikan patokan dalam pencarian model yang sudah didaftarkan. Apabila mengatur *Search Region* tidak terlalu besar, maka akan mempercepat dalam pencarian suatu model. Gambar 8 memperlihatkan tampilan menu untuk *Search Region*.



Gambar 8. Tampilan menu untuk *Search Region*

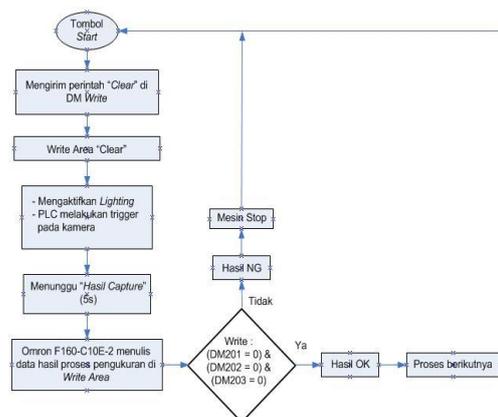
Judgement Condition digunakan untuk menentukan perbandingan korelasi kemiripan dari citra yang digunakan. Penulis menentukan perbandingan 70:100 untuk pengaturan *Judgement Condition*. Gambar 9 memperlihatkan tampilan menu untuk *Judgement Conditions*.



Gambar 9. Tampilan menu untuk *Judgement Conditions*

Penambahan Program Kamera

Pada program PLC yang ada pada mesin PHF *line 18* perlu ditambah program untuk dapat melakukan hubungan komunikasi antara PLC dengan kamera. Gambar 10 memperlihatkan *flowchart* perintah pengoperasian pada PLC mesin PHF di *line 18*.



Gambar 10. *Flowchart* perintah pengoperasian pada PLC mesin PHF

Untuk dapat melakukan komunikasi dengan PLC, maka Omron F160-C10E-2 vision mate controller harus beroperasi seperti terlihat pada Tabel 1. Setelah itu Omron F160-C10E-2 vision mate controller dapat mengirim output ke PLC. Ketika pengukuran telah dilakukan, hasil pengukuran berupa output dalam format BCD ke write area PLC. Jangkauan output digital yang dapat digunakan yaitu $-9.999.999,999 \leq \text{pengukuran} \leq 9.999.999,999$. Jadi, nilai minimalnya yaitu $-9.999.999,999$ dan nilai maksimalnya yaitu $999.999.999,999$. Nilai 0 menentukan hasil OK dan nilai -1 menentukan hasil NG. Akan tetapi karena yang digunakan hanya untuk mengetahui apakah hasil pengukuran tersebut O atau NG, maka hanya menggunakan -1 sebagai tanda bahwa benda tersebut NG.

Tabel 1. Memori yang diisi pada DM200, DM201, DM202, dan DM203

	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9
D00200	F000	0001	F000	0000						
D00210										

Pada program kamera, penulis menggunakan trigger untuk berfungsi sebagai begin read work pada Omron F 160-C10E-2 vision mate controller. Trigger dapat aktif menggunakan tombol trigger pada console maupun secara otomatis pada PLC. Penulis menggunakan perbandingan sama dengan dari untuk DM201, DM202, dan DM203 dengan DM500 yang diisi dengan nilai 0000 untuk menentukan hasil OK. Apabila DM201, DM202, dan DM203 juga mengandung nilai 0000 maka hasilnya OK. Ketika tombol PB Start ditekan, maka perbandingan itu akan aktif yang membuat program kamera bekerja. Gambar 11 memperlihatkan pengisian data memori pada PLC untuk dapat berkomunikasi dengan Omron F160-C10E-2 vision mate controller.

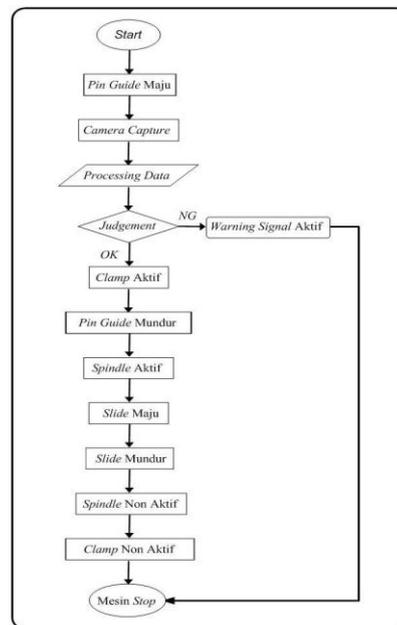
Write Area word	Bits				Contents
	15 to 12	11 to 8	7 to 4	3 to 0	
+0	Write flags	0000	0000	0000	Write flags
+1	10^3 digit	10^2 digit	10^1 digit	10^0 digit	Read data
+2	Sign	10^5 digit	10^5 digit	10^4 digit	
+3	0000	10^{-1} digit	10^{-2} digit	10^{-3} digit	

0000: Positive
1111: Negative

Gambar 11. Pengisian data memori pada PLC untuk dapat berkomunikasi dengan Omron F160-C10E-2 vision mate controller

Terjadi penambahan proses setelah *pin guide* aktif, yaitu proses penangkapan citra, pemrosesan citra, lalu *judgement* hasil pemrosesan. Apabila hasil OK

maka *clamp* akan aktif. Apabila NG maka mesin akan berhenti. Gambar 12 memperlihatkan *flow process* pada mesin PHF line 18 setelah penambahan *vision Sensor*.



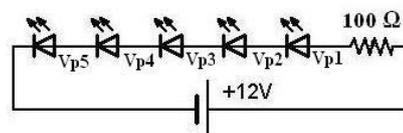
Gambar 12. *Flow process* pada mesin PHF line 18 setelah penambahan *vision Sensor*

III. PENGUJIAN

Pengujian yang dilakukan terdiri dari pengujian terhadap *lighting*, rangkaian elektrik, posisi dari *vision sensor* di mesin PHF line 18, dan program yang sudah dibuat.

Pengujian *Lighting*

Pengujian *lighting* dilakukan di ruang elektrik PT Astra Otoparts Winteq pada tanggal 18 Mei 2009. Pengujian yang dilakukan berupa pengukuran tegangan pada setiap LED. Tegangan yang masuk pada setiap LED dapat dilihat pada Tabel 2. Gambar 13 memperlihatkan rangkaian elektrik *lighting* hasil percobaan. Dari Tabel 2 diketahui tegangan yang masuk tidak membuat LED rusak setelah dicoba dibiarkan menyala selama 1 jam.



Gambar 13. Rangkaian elektrik *lighting* hasil percobaan

Tabel 2. Pengukuran tegangan pada rangkaian *lighting*

No.	Letak Pengukuran	Hasil Pengukuran Tegangan
1	Vp1	10.455V
2	Vp2	8.297V
3	Vp3	6.231V
4	Vp4	4.148V
5	Vp5	2.073V

Pengujian Rangkaian Elektrik

Pengujian dilakukan pada tanggal 20 Mei 2009 di *machining line 18* PT CDE. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah Omron F160-C10E-2 *vision mate controller*, Omron NT-AL001, dan relay untuk *lighting* dapat bekerja atau tidak. Setelah diuji dengan menyalakan *power supply* pada mesin PHF, diketahui bahwa *device* tersebut dapat berfungsi dengan baik. Tabel 3 memperlihatkan pengujian rangkaian elektrik [5].

Tabel 3. Pengujian rangkaian elektrik

No	Waktu	Tempat	Hal yang diuji	OK	NG	Keterangan
1.	20 Mei 2009 (10.00-11.00)	Line 18 PT CDE	Pemeriksaan rangkaian elektrik (<i>wiring</i>)	√		Diperiksa secara manual

Tabel 4. Pengujian penempatan *vision sensor*

No	Waktu	Tempat	Hal yang diuji	OK	NG	Keterangan
1.	22 Mei 2009 (09.30-10.00)	Line 18 PT CDE	Posisi penempatan <i>vision sensor</i> pada mesin PHF	√		Penentuan posisi untuk penempatan agar tidak menabrak dudukan <i>clamp</i>
2	22 Mei 2009 (10.00-10.30)	Line 18 PT CDE	Jarak antara penempatan <i>vision sensor</i> dengan <i>piston</i>	√		Penentuan posisi untuk penempatan agar citra yang dihasilkan dapat fokus

Tabel 5. Pengujian program

No	Waktu	Tempat	Hal yang diuji	OK	NG	Keterangan
1.	03 Juni 2009 (11.30-12.00)	Line 18 PT CDE	Program kamera berjalan	√		Sesuai dengan program yang dibuat
2.	03 Juni 2009 (12.00-12.30)	Line 18 PT CDE	Program kamera tidak mengganggu proses PHF	√		Dilihat pada program PLC mesin (online)
3.	03 Juni 2009 (14.00-14.30)	Line 18 PT CDE	Mesin PHF berhenti ketika tidak mendeteksi adanya lubang <i>drill stopper</i> pada <i>piston</i>	√		Diperiksa secara manual

Pengujian Penempatan Vision Sensor Terhadap Mesin PHF

Pengujian dilakukan pada tanggal 22 Mei 2009 di line 18 *Machining* PT CDE. Pengujian yang dilakukan yaitu terhadap penempatan dari *vision sensor* Omron F160-S2 untuk mengetahui posisi penempatan tersebut apakah menabrak dudukan dari *clamp* di mesin PHF. Setelah melihat dari mesin PHF beroperasi diketahui bahwa penempatan tersebut tidak mengganggu proses PHF. Tabel 4 memperlihatkan hasil pengujian penempatan *vision sensor*.

Pengujian Program

Pengujian dilakukan pada tanggal 03 Juni 2009 di line 18 *machining* PT CDE. Pengujian yang dilakukan untuk menguji apakah program dapat berjalan dengan baik apa tidak. Setelah diuji selama proses PHF, ternyata program dapat berjalan dengan baik, mesin dapat berhenti ketika hasil citra menunjukkan hasil NG, dan tidak mengganggu keseluruhan proses PHF. Tabel 5 memperlihatkan hasil pengujian program.

Tabel 6. Pengujian citra *piston*

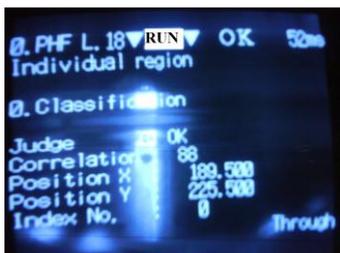
<i>Piston ke-</i>	Korelasi (%)	<i>Piston ke-</i>	Korelasi (%)
1	85	16	75
2	80	17	79
3	85	18	79
4	85	19	84
5	81	20	78
6	63	21	74
7	84	22	81
8	74	23	88
9	83	24	71
10	86	25	70
11	80	26	89
12	88	27	81
13	74	28	80
14	73	29	80
15	84	30	73

Tabel 7. Pengujian citra *piston*

No	Waktu	Tempat	Hal yang diuji	OK	NG	Keterangan
1.	08 Juni 2009 (09.00-1200)	Line 18 PT CDE	Kestabilan pengambilan citra dari <i>vision sensor</i>	√		Dilakukan terus - menerus dengan tipe <i>piston</i> yang sama

Pengujian Citra *Piston*

Pengujian dilakukan pada tanggal 08 Juni 2009 di line 18 machining PT CDE. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui citra pada *piston* yang dihasilkan bagus atau tidak dan apakah korelasi yang dihasilkan stabil atau tidak. Gambar 14 menunjukkan bahwa pengambilan citra tergolong bagus, akan tetapi kestabilan dari korelasi bergantung dari posisi *piston* hasil peletakkan dari *operator* dan dudukan *vision sensor*. Jadi, selama pengujian kestabilan korelasi dari citra yang dihasilkan masih belum bagus. Tabel 6 dan Tabel 7 memperlihatkan hasil pengujian citra piston.



Gambar 14. Citra *piston* yang dihasilkan pada pengujian

Evaluasi dari Pengujian

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, ada beberapa masalah yang muncul, antara lain:

- *Vision sensor* untuk mendeteksi lubang *drill stopper* ditempatkan di mesin PHF line 18 machining dikarenakan pada line tersebut terdapat jumlah *piston reject* paling banyak berdasarkan data dari *Quality Control* PT CDE untuk rekapitulasi *piston reject*. Diletakkan di mesin PHF karena pada mesin tersebut masih terdapat sisa tempat untuk meletakkan *vision sensor*.
- Penulis menambahkan *lighting* sebagai penyinaran tambahan untuk menyinari *piston* agar apabila dalam kondisi yang minim cahaya, *vision sensor* masih dapat menangkap citra yang diinginkan.
- Berdasarkan hasil pengujian, hasil dari pengukuran korelasi *sensor* stabil, kecuali pada *piston ke-6*. Hal itu disebabkan lubang *drill stopper* tertutup *scrap*.
- Keandalan *vision sensor* terbatas dalam hal pengambilan citra pada area yang diinginkan.
- Penulis membuat penambahan penutup untuk menutupi *vision sensor* F160-S2 dikarenakan terdapat beberapa *scrap* yang terlempar ke arah *vision sensor* ketika sedang melakukan pemrosesan *piston* pada mesin PHF.
- Penulis membuat *working instruction* pada alat tersebut agar *operator* tahu bagaimana standar pengoperasiannya.

IV. KESIMPULAN

Alat pendeteksi untuk lubang *drill stopper piston* dibuat dengan menggunakan *vision sensor* Omron F160-S2 yang telah dimiliki oleh PT CDE. *Vision sensor* Omron F160-S2 mengambil citra pada lubang *drill stopper*. Citra tersebut lalu diproses dengan menggunakan Omron F160-C10E-2 *vision mate controller*. Hasil pemrosesannya berupa data bilangan *biner* yang menyatakan *OK* atau *NG*. Alat tersebut bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. Hubungan *interface* antara alat pendeteksi dengan mesin yang digunakan, yaitu PHF dilakukan dengan menggunakan PLC. PLC mengirim perintah ke Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* agar *vision sensor* Omron F160-S2 mengambil citra. Lalu Omron F160-C10E-2 *vision mate controller* mengirim data hasil pemrosesan citra ke PLC yang digunakan sebagai perintah lanjutan untuk proses PHF.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] 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, pp. C-77 – C-80, Proceeding SNEEMO 2011, 2011, ISBN 978-602-19043-0-5.
- [2] Ardi, S., Hidayat, M., Azhari, Y., Design of Sensory Station System for Modular Mechatronics System at Politeknik Manufaktur Astra, Prosiding SNPPTI 2011, ISSN 2086-2156, pp. 246 - 249, 2011.
- [3] Ardi, S., Nuryani, M, “Design of Gasket Loading and Crimping Machine Control System for Oxygen Sensor Products 2 Wheel Vehicle Based PLC” Page: 79-85; Proceeding ISSTIN 2012; ISBN: 978-602-19043-0-5; Penulis Utama, International
- [4] F160-S2 user manual book
- [5] NT-AL001 instruction manual