

RANCANG BANGUN SISTEM CARTESIAN ROBOT 4 AXIS PADA MESIN INJEKSI TOSHIBA EC 180 SX DENGAN METODE PENGAMBILAN PENJEPIT GRIPPER

Hestika Dian Kusuma^{1*}, Lulus Lebda Prabandaka², Roni Yeremia Sitorus³, Hizkia Urianto⁴

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Mekatronika, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: hizkia.urianto@atmi.ac.id

Abstrak

Toshiba EC 180 SX memproduksi benda hasil injeksi dengan nama produk radiza coc-h10 yang harus dijaga dari goresan dan bengkok. Radiza coc-h10 diambil secara manual dengan membuka dan menutup pintu mesin injeksi yang menyebabkan cycle time pengambilan benda menjadi 8 detik. Untuk mengurangi cycle time pengambilan benda, dibuat cartesian robot 4 axis. Cartesian robot 4 axis terdiri dari sumbu X, Y, Z dan R. Sumbu X cartesian robot digerakkan oleh motor servo tipe HG-SR352A yang dipilih karena memiliki torsi yang tinggi untuk menggerakkan beban seberat 121,21 kg. Sumbu Y, Z dan R digerakkan oleh aktuator pneumatik. Setiap pergerakan pada sumbu diatur oleh PLC tipe CP1E-N40DT-A. Gerakan pada setiap sumbu dianalisis sehingga menghasilkan data waktu yang dibutuhkan untuk satu siklus pengambilan yaitu 0,4 detik untuk sumbu Y dan 3,6 detik untuk sumbu Z. Hasil akhir dari pembuatan cartesian robot dengan metode analisis adalah cycle time pengambilan benda dari 8 detik berkurang menjadi 4 detik.

Kata kunci: Cartesian robot, cycle time, Radiza coc-h10, Toshiba EC 180 SX

1. PENDAHULUAN

Toshiba EC 180 SX adalah salah satu mesin injeksi yang ada di PT.IGI. Mesin ini membuat berbagai macam benda injeksi plastik. Benda hasil injeksi dapat diambil dengan sistem *drop*, maupun secara manual.



Gambar 1. Produk radiza coc-h10

Pengambilan secara manual dilakukan untuk menjaga permukaan benda hasil injeksi agar tetap gilap dan terbebas dari goresan. *Radiza coc-h10* merupakan salah satu benda hasil injeksi yang perlu dijaga permukaannya agar tetap gilap. *Radiza coc-h10* diambil secara manual pada *runner*. Pengambilan secara manual pada *runner* perlu membuka dan menutup pintu mesin injeksi Toshiba EC 180 SX.

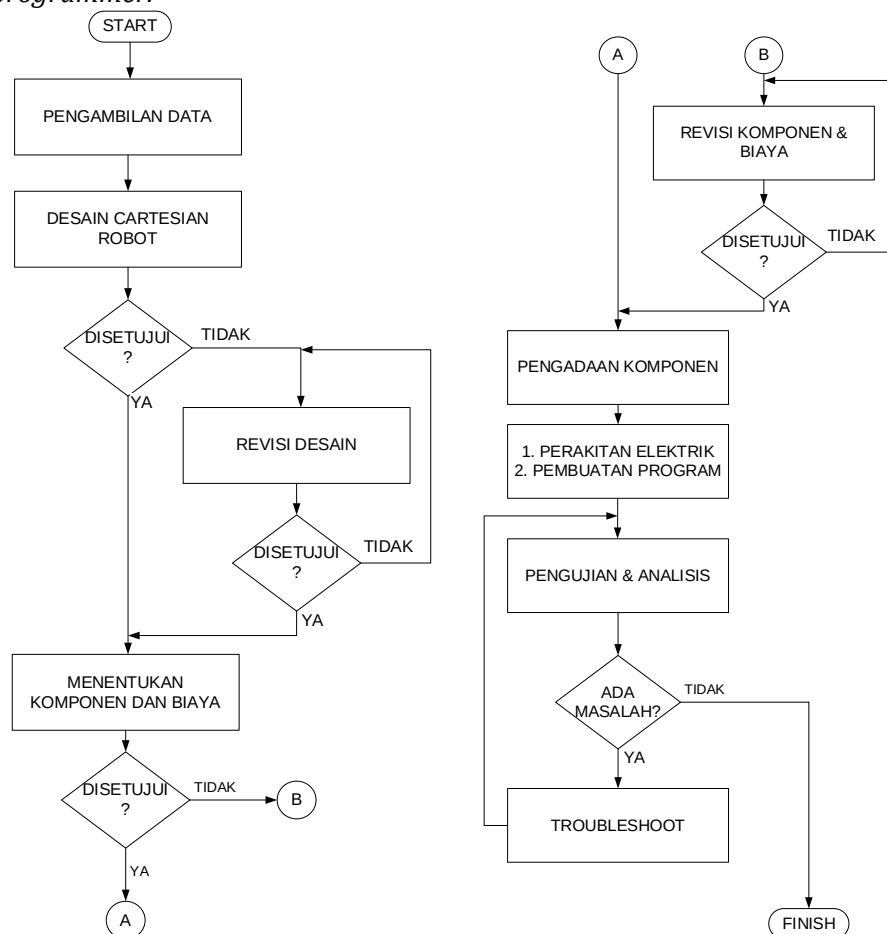


Gambar 2. Operator mengambil benda secara manual

Pengambilan secara manual membutuhkan waktu untuk membuka dan menutup pintu mesin injeksi, sehingga membuat *cycle time* mesin injeksi bertambah 8 detik. *Cycle time* yang bertambah mengakibatkan kerugian bagi perusahaan. Berdasarkan hasil identifikasi masalah yang ada, perlu dibuat robot untuk mengurangi *cycle time* mesin dengan menghilangkan proses membuka dan menutup pintu mesin. Robot yang dibuat adalah *cartesian* robot yang memiliki 4 sumbu yakni sumbu X, Y, Z, R dan sebuah penjepit *gripper*. Menurut *Joseph Stenlye Orinthaman*, sumbu Z dan sumbu Y *cartesian* robot menggunakan silinder pneumatik. Aktuator pneumatik dinilai lebih mudah dalam pengoperasian jika dibandingkan dengan menggunakan motor yang rawan slip.

2. METODOLOGI

Metode analisis digunakan untuk mengetahui kesesuaian rancangan dengan aktuator yang digunakan. *Datasheet* digunakan untuk menganalisis kesesuaian pemilihan aktuator dengan rancangan. Pembuatan desain menggunakan aplikasi *solidworks*. Pembuatan rangkaian elektrik menggunakan *software visio*. Pembuatan program PLC menggunakan *software cx programmer*.



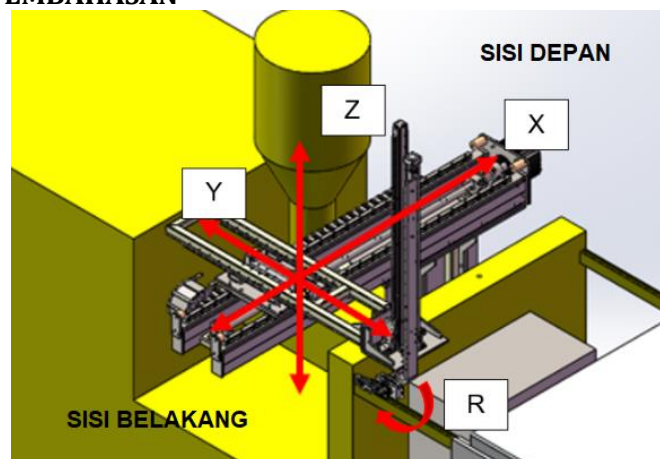
Gambar 3. Flowchart metode perancangan

Proses pengerjaan dimulai dengan pengambilan data lapangan yang ada di salah satu unit produksi PT.IGI yaitu WI (*Work Injection*). Data yang diambil berupa gambar mekanik dan *cycle time* mesin. Data mesin didapat dari manual *book* mesin injeksi TOSHIBA EC 180 SX. Data dari manual *book* diambil untuk mengetahui cara kerja mesin injeksi, *tonase* mesin injeksi, dimensi mesin injeksi, sistem instalasi mesin injeksi serta program dari mesin injeksi. *Cycle time* mesin digunakan untuk mengetahui lama waktu proses pengambilan benda secara manual.

Tahap yang dilakukan selanjutnya adalah membuat desain *cartesian* robot. Data dimensi dari mesin injeksi digunakan untuk menentukan dimensi robot. Data yang dibutuhkan antara lain : panjang langkah tiap sumbu, arah gerak robot, dan berat robot. Setelah desain *cartesian* robot selesai dan sudah disetujui, maka langkah selanjutnya adalah menentukan komponen yang digunakan beserta biaya komponen elektrik dan mekanik. Jika *customer* (PT.IGI) belum setuju, maka dibuat revisi desain yang sesuai dengan permintaan *customer*.

Proses pemilihan komponen elektrik dan mekanik disesuaikan dengan rancangan dan desain sistem, kemudian dikonsultasikan dengan pihak divisi MDC, *marketing* PT.ATMI dan *customer*. Pemilihan komponen didasari oleh kebutuhan *cartesian* robot. Jika komponen yang digunakan telah sesuai dengan rancangan sistem, maka proses selanjutnya adalah pengadaan komponen. Pengadaan komponen dilakukan melalui divisi *purchasing* PT.ATMI.

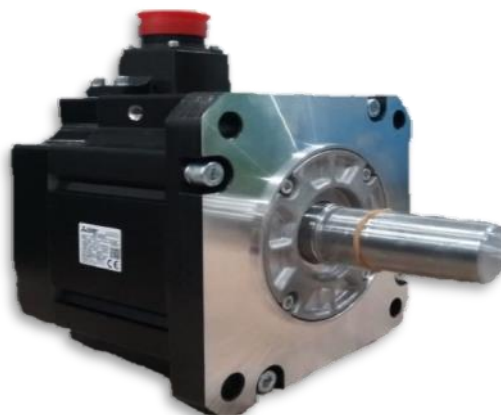
3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 4. Desain *cartesian* robot

Gerakan *cartesian* robot terdiri dari 4 sumbu yaitu sumbu X, Y, Z dan R. Berdasarkan Gambar 4. sumbu X bergerak ke depan dan ke belakang mesin injeksi untuk pemindahan dari posisi pengambilan ke peletakan. Sumbu Y bergerak ke kanan dan ke kiri untuk gerakan menarik benda dari cetakan. Gerakan sumbu Z yaitu naik dan turun untuk memindah posisi *gripper* dari posisi bebas ke posisi pengambilan dan sebaliknya. Sumbu R bergerak 0 sampai 90° untuk memutar posisi benda agar dapat diletakkan. *Gripper* digunakan untuk mengambil benda pada *runner*.

Berdasarkan jenis gerakan yang dibutuhkan, maka ditentukan aktuator yang sesuai untuk setiap sumbu.



Gambar 5. Motor servo Mitsubishi tipe HG-SR352

Secara teoritis, sumbu X mampu membawa beban 121,21 kg. Beban yang dibawa sumbu X adalah sumbu Y, sumbu Z, sumbu R, *gripper* dan benda hasil injeksi. Panjang langkah sumbu X adalah 1500 mm dan nilai faktor keamanan adalah 2, maka dibutuhkan aktuator dengan torsi 14,82 Nm. Aktuator yang digunakan untuk sumbu X adalah motor *servo* merek Mitsubishi tipe HG-SR352 dengan torsi 16,7 Nm dan daya 3,5 kW serta kecepatan putar mencapai 2000 rpm.

Sumbu Y mampu membawa beban 56,02 kg dengan waktu gerakan 0,4 detik. Beban yang dibawa sumbu Y adalah sumbu Z, sumbu R, *gripper* dan benda hasil injeksi. Aktuator yang menggerakkan sumbu Y adalah silinder pneumatik dengan *bore size* diameter 50 mm dan panjang langkah silinder 200 mm. Waktu gerakan sumbu Y didapat dari rumus :

$$t = \frac{\text{Panjang langkah}}{v} \quad (1)$$

Berdasarkan hasil waktu gerakan sumbu Y, maka kecepatan silinder pneumatik yang dibutuhkan adalah 500 mm/s. Kecepatan silinder pneumatik didapat dari rumus :

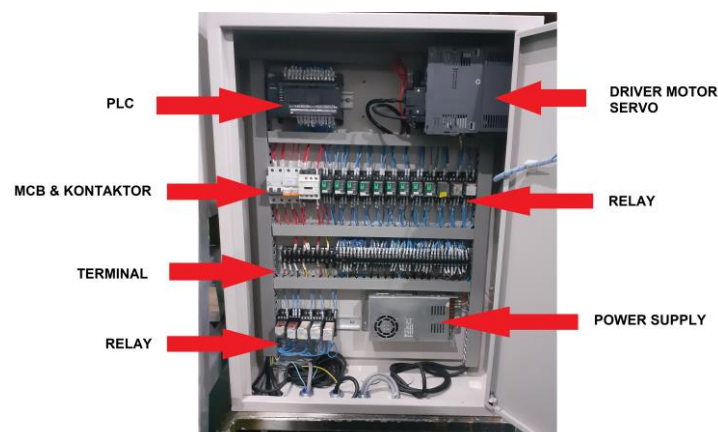
$$v = 1000 \times 50 \% \quad (2)$$

Angka 1000 merupakan nilai *working piston speed* maksimal. Angka 50% merupakan rancangan yang digunakan pada *one way flow control valve*.

Sumbu Z mampu membawa beban 17,63 kg dengan waktu gerakan 3,6 detik. Beban yang dibawa sumbu Z adalah sumbu R, *gripper* dan benda hasil injeksi. Aktuator yang menggerakkan sumbu Z adalah silinder pneumatik dengan *bore size* diameter 40 mm dan panjang langkah 900 mm. Waktu gerakan sumbu Z didapat dari rumus 1. Berdasarkan hasil waktu gerakan sumbu Z, maka kecepatan silinder pneumatik yang dibutuhkan adalah 500 mm/s. Kecepatan silinder pneumatik didapat dari rumus 2.

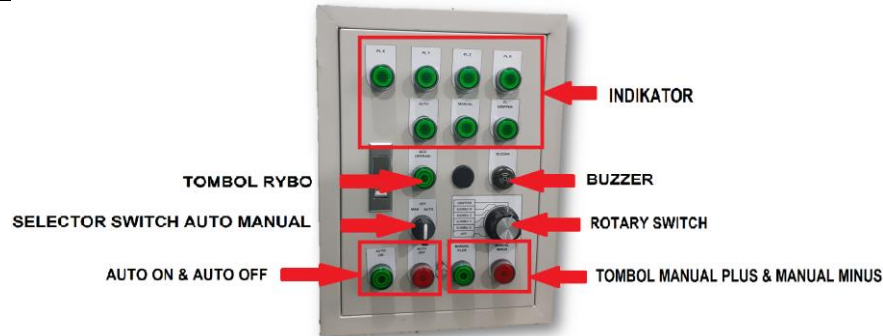
Berdasarkan analisis yang dilakukan pada sumbu X, Y, Z *cartesian* robot dapat mengurangi waktu proses pengambilan benda dari mesin injeksi. Pengurangan waktu pengambilan benda menjadi 4 detik dari waktu semula yaitu 8 detik.

Gerakan setiap sumbu pada *cartesian* robot dikendalikan oleh sistem elektrik. Sistem elektrik *cartesian* robot dirancang dan dibangun dalam bentuk panel *box* dan kontrol *box*.



Gambar 6. Panel box

Hasil pembuatan sistem elektrik adalah panel *box* yang berisi komponen-komponen seperti pada gambar 6.



Gambar 7. Kontrol box

Hasil pembuatan sistem elektrik dikendalikan oleh kontrol box yang berisi indikator, tombol-tombol, *selector switch* dan *rotary switch* seperti pada gambar 7.

Tabel 1. menunjukkan hasil pembuatan program PLC (*Programmable Logic Controller*) yang menggunakan 20 alamat input, 16 alamat output, 39 memori dan 3 timer. PLC yang digunakan adalah merek *Omron CP1E-N40DT-A*.

Tabel 1. Input, output dan memori program PLC cartesian robot

Nama	Address	Comment
AUTO	200.00	Auto
MAN	200.01	Manual
HOME1	200.02	Syarat HOME1
HOME2	200.03	Syarat HOME 2
HOME3	200.04	Syarat HOME 3
M_SWOFF	200.05	Memori SW_OFF
P_AUTO	201.00	Proses Auto
A_ZM	201.01	P_Auto Z down
A_GRIP	201.02	P_Auto Grip ON
A_EJ	201.03	P_Auto Eject
A_ZP	201.04	P_Auto Z up
A_RP	201.05	P_Auto R 90
A_XP	201.06	P_Auto X Out
A_ZPLACE	201.07	P_Auto Z Down Place
A_GOFF	201.08	P_AUTO Gripper OFF
A_ZHOME	201.09	P_Auto Z Up Home
A_YHOME	201.10	P_Auto Y Forward Home
A_XHOME	201.11	P_Auto X Left Home
A_RHOME	201.12	P_Auto R 0 Home
H_Z	202.00	Z Home
H_Y	202.01	Y Home
H_X	202.02	X Home
H_R	204.00	Home Sumbu R
H_GRIP	204.01	Home Gripper
M_BUZZ	204.03	Memori Buzzer
M_STOP	204.04	One Cycle Stop
MAN_YP	206.02	Memori Sumbu Y Plus Manual
MAN_YM	206.03	Memori Sumbu Y Minus Manual
MAN_ZP	206.04	Memori Sumbu Z Plus Manual
MAN_ZM	206.05	Memori Sumbu Z Minus Manual
MAN_RP	206.06	Memori Sumbu R Plus Manual
MAN_RM	206.07	Memori Sumbu R Minus Manual
MAN_GON	206.08	Memori Gripper Manual ON
MAN_GOFF	206.09	Memori Gripper Manual OFF
M_SON	220.00	Servo Aktif
M_CW	221.00	Memori CW Motor Servo
RS_YM	0.11	Reed Switch Sumbu Y Min
RS_ZP	1.00	Reed Switch Sumbu Z Max
RS_ZM	1.01	Reed Switch Sumbu Z Min
SMI_1	1.02	Sinyal Eject Mesin Injeksi
SMI_2	1.03	Sinyal Mold Fully Open Mesin Injeksi
AUTO_ON	1.06	Tombol Auto ON
AUTO_OFF	1.07	Tombol Auto OFF
SW_AUTO	1.08	Switch Mode Auto

SW_MAN	1.09	Switch Mode Manual
EMG	1.10	Emergency Mesin Injeksi
CW	100.00	CW_SERVO
CCW	100.01	CCW_SERVO
PN_YP	100.02	Pneumatik Sumbu Y Plus
PN_YM	100.03	Pneumatik Sumbu Y Minus
PN_RP	100.04	Pneumatik Sumbu R Plus
PN_RM	100.05	Pneumatik Sumbu R Minus
PN_ZP	100.06	Pneumatik Sumbu Z Plus
PN_ZM	100.07	Pneumatik Sumbu Z Minus
PN_G	101.00	Pneumatik Gripper
RES	101.01	Reset Motor Servo
LSP	101.02	Forward Rotation Stop
LSN	101.03	Reverse Rotation Stop
RUN	101.04	Indikator RUN
S_ON	101.05	Servo-ON
WARN	101.06	Sinyal Warning ke Mesin Injeksi
BUZZER	101.07	Buzzer
T_RP	T002	T_ON Rotate
T_GOFF	T003	T_ON Lepas
T_RM	T004	T_ON R Home

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berusaha untuk mengurangi *cycle time* pengambilan benda secara manual pada mesin injeksi Toshiba EC 180 SX. Metode yang digunakan adalah analisis secara teoritis. Berdasarkan hasil rancangan, *cycle time* pengambilan benda hasil injeksi menjadi lebih cepat 4 detik dari waktu semula yaitu 8 detik. Gerakan mekanik pada *cartesian* robot dikendalikan oleh sistem elektrik yang sudah dirancang. Rancangan sistem elektrik *cartesian* robot dibangun dalam bentuk panel *box* dan kontrol *box*.

DAFTAR PUSTAKA

- Orinthaman, Joseph Stenlye. 2018. APLIKASI ROBOT KARTESIAN PADA SISTEM PENGEPAK BOTOL BERBASIS PLC. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma. Yogyakarta.
- TOSHIBA MACHINE CO.,LTD. *INJECTION MOLDING MACHINE INSTRUCTION MANUAL*, Japan.