

# RANCANG BANGUN MESIN GRAVITY TILTING DENGAN AUTO POURING MENGGUNAKAN PLC OMRON CJ1M-CPU12

Djoko Subagio<sup>1</sup>, Gatot Windu Sejati<sup>2</sup> dan Muchammad Dwi Octaviano<sup>3</sup>

Politeknik Manufaktur Astra,

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

E-mail : djokosubagio91@yahoo.co.id<sup>1</sup>, [windu\\_s@kyb.co.id](mailto:windu_s@kyb.co.id)<sup>2</sup> dan [octa.sherlockholmes@gmail.com](mailto:octa.sherlockholmes@gmail.com)<sup>3</sup>

## Abstrak

Proses pengecoran yang dilakukan di PT. KXX adalah dengan metode *gravity casting*. Proses *gravity casting* yaitu proses penuangan logam cair ke dalam cetakan dengan dibantu pengaruh gaya gravitasi. Produk yang dihasilkan dalam proses *gravity casting* adalah *outer tube*, yang jika diproses akan menjadi sebuah *front fork assembly*. Dalam rangka penerapan otomasi pada setiap proses manufaktur, maka *Process Engineering Department* melakukan *improvement* serta *development* dengan membuat mesin baru yaitu mesin *gravity tilting* dengan *auto pouring* menggunakan sistem kontrol PLC Omron CJ1M-CPU12. Proses kerja mesin *gravity tilting* adalah aluminium cair dituangkan ke dalam *pouring cups* yang di-mounting di area *base plate* mesin yang apabila operator akan menjalankan keproses selanjutnya dengan cara menginjak *foot switch*, maka mesin tersebut akan berotasi sebesar  $\pm 90^\circ$  dengan waktu tertentu dan kecepatan tertentu secara konstan. Proses penuangan aluminium terjadi pada saat proses mesin mulai berotasi. Dengan data yang diperoleh dari pembuatan mesin *gravity tilting*, PT. KXX dapat merealisasikan konsep meja putar (*carousel casting*) pada *line outer tube casting*.

**Kata Kunci:** *Gravity tilting, Outer tube, Otomasi*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

PT. KXX merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri otomotif, khususnya dalam pembuatan *shock absorber* untuk kendaraan roda 2 (2W) dan roda 4 (4W). Untuk saat ini, PT. KXX selain memproduksi *shock absorber*, juga memproduksi *railway damper, chair damper* dan *stay damper*.

Dalam pembuatan *shock absorber* tipe *front fork* di PT. KXX, tahapan awal atau proses yang dilakukan adalah pengecoran (*casting*). Proses tersebut dilakukan dengan metode *gravity casting* dimana logam cair (aluminium) dituang dengan dibantu pengaruh gaya gravitasi ke dalam cetakan. Produk yang dihasilkan dalam proses *gravity casting* di PT. KXX adalah *outer tube*, yang merupakan salah satu *part* pendukung dari *front fork assembly*.

PT. KXX memiliki sejumlah 52 unit mesin *gravity casting* (*existing*). Kondisi mesin yang ada sudah kurang layak, ini dikarenakan mesin telah melewati masa *lifetime-nya*. Hal ini dibuktikan dengan sering terjadi banyak problem pada mesin yang menyebabkan *loss time*. Kondisi mesin tersebut sangat berpengaruh terhadap hasil produk.

Dalam rangka menerapkan otomasi di *line outer tube casting* akan menerapkan sistem meja putar (*carousel casting*) dan untuk mendukung *project* meja putar (*carousel casting*) yang akan diterapkan pada *line outer tube casting* maka *Process Engineering Department* melakukan *improvement* dengan membuat mesin baru yaitu mesin *gravity tilting* dengan *auto pouring*.

### 1. 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perumusan masalah yang diangkat dan dijadikan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana merancang dan membuat mesin *gravity tilting* agar dapat melakukan proses *gravity casting* untuk menghasilkan produk *solid outer tube*.
2. Bagaimana membuat sistem kontrol sehingga mesin *gravity tilting* dapat melakukan proses *gravity casting* dengan metode *auto pouring*.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Ada tiga tujuan dalam penelitian rancang bangun mesin *gravity tilting*:

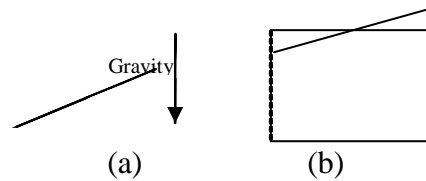
1. Mengetahui kinerja dari mesin *gravity tilting*.
2. Membuat sistem kontrol mesin *gravity tilting* dengan menggunakan PLC CJ1M-CPU12.
3. Mengetahui kapabilitas produk *solid outer tube* yang dihasilkan oleh mesin *gravity tilting* dengan metode *auto pouring*.

## II. DASAR TEORI

### 2.1. Gravity DieCasting

*Gravity die casting* ialah proses penuangan logam cair kedalam cetakan dengan cara dituang melalui saluran - saluran cetakan yang telah disediakan pada cetakan dengan menggunakan gayung tuang (*ladle*). Cairan logam yang dituangkan dengan metode *gravity die casting* akan mengalami pendinginan yang lebih cepat. Oleh karena itu beberapa persoalan timbul yaitu bagaimana mengatur proses pembekuan. Dapat dikatakan bahwa coran yang mempunyai kualitas dan ketelitian tinggi, bisa dibuat dengan jalan pengaturan komponen dan temperatur cetakan. Selain itu dapat ditentukan siklus operasi dengan efisiensi hasil yang tinggi. Berbagai macam sifat dari cetakan logam diperlukan, yaitu ketahanan aus yang baik, kemampuan mesin yang baik, pemuai termis yang rendah, ketahanan leleh pada temperatur yang tinggi dan sebagainya. Diperlukan juga memberikan bahan pelapis permukaan (*coating*) pada cetakan (*penelitian*) agar memudahkan proses pembebasan cetakan dan mengurangi keausan cetakan serta menurunkan kecepatan pendinginan logam cair sehingga terhindar dari cacat-cacat *casting*. Bahan yang dipergunakan untuk cetakan ini adalah baja atau besi cor yang mempunyai kualitas baik.

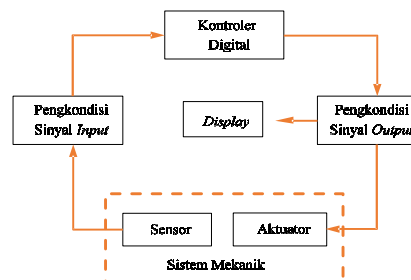
Umur cetakan umumnya beberapa puluh ribuan kali pengisian untuk membuat benda coran (Surdia, 2006).



Gambar 2. 1 (a) Gravity casting tilting (b) Gravity casting upright

### 2.2. Sistem Kontrol

Sistem kontrol adalah suatu proses pengaturan ataupun pengendalian terhadap satu atau beberapa besaran (variabel, parameter) sehingga berada pada suatu harga atau dalam suatu rangkaian harga (*range*) tertentu. Di dalam dunia industri, dituntut suatu proses kerja yang aman dan berefisiensi tinggi untuk menghasilkan produk dengan kualitas dan kuantitas yang baik serta dengan waktu yang telah ditentukan. Otomasi sangat membantu dalam hal kelancaran operasional, keamanan (investasi, lingkungan), ekonomi (biaya produk), mutu produk, dan lain-lain.



Gambar 2. Diagram sistem kontrol

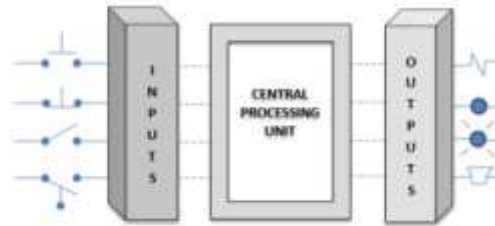
### 2.3 Programmable Logic Controller (PLC)

Definisi *Programmable Logic Controller* menurut Capiel (1982) adalah : sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan *memory* yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi - instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, perwaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog.

PLC terdiri dari dua komponen penyusun utama, yaitu :

1. CPU (*Central Processing Unit*)
2. Sistem antarmuka *input/output*

Kedua komponen penyusun utama dapat dilihat pada gambar 2.3 mengenai blok diagram PLC berikut ini:



**Gambar 3. Blok diagram PLC**

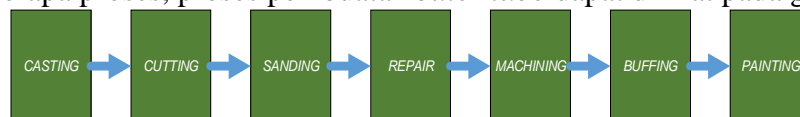
Fungsi dari CPU adalah mengatur semua proses yang terjadi di PLC. Terdapat 3 komponen utama penyusun CPU, yaitu :

- A) Processor
- B) *Memory*
- C) *Power Supply*

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

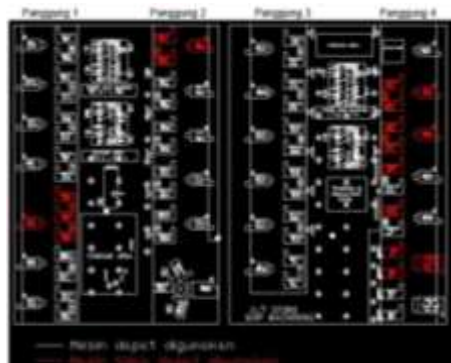
### 3.1 Flow Process Outer Tube

Dalam proses pembuatannya hingga menjadi sebuah *assemblyfront fork*, *outer tube* mengalami beberapa proses, proses pembuatan *outer tube* dapat dilihat pada gambar 3.1.



**Gambar 4. Alur proses pembuatan outer tube**

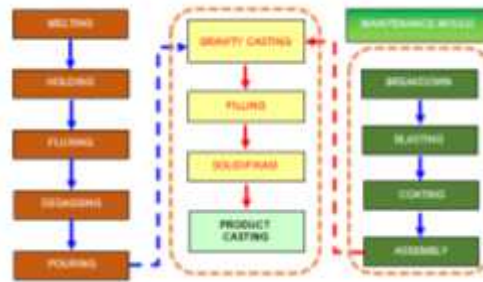
### 3.2 Line Outer Tube Casting



**Gambar 5. Floor plan line outer tube casting**

*Line OTC (Outer Tube Casting)* adalah *line* yang melakukan proses pengecoran *outer tube* mulai dari proses peleburan *rawmaterial (ingot)* sampai menjadi *outer tube*. Dari gambar 3.1 terlihat *linecasting* memiliki 52 mesin *gravitycasting*, dan 26 *homelt*. Di *line* ini juga terdapat *cell* yang mengerjakan proses *cutting* dan *sanding*. Proses *cutting* yaitu proses pemotongan *outer tube* untuk memisahkan *outer tube* bagiankiri (LH) dan kanan (RH) dengan *gate, runner, dan riser* atau bagian yang akan dilebur kembali. Proses *sanding* adalah proses menghilangkan hasil *cutting gate* yang ada dipermukaan *outer tube*.

### 3.3 Flow Process Casting

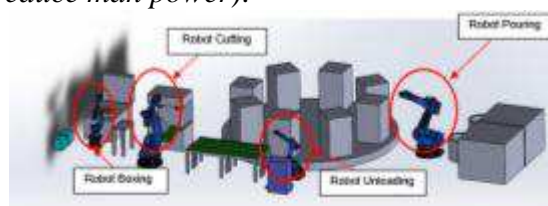


Gambar 6. Flow proses gravity casting

Produk yang dihasilkan dari proses *casting* ini berupa *outer tube*, dimana produk tersebut merupakan salah satu *part* pendukung dari *front fork assembly (shock absorber* bagian depan).

### 3.4 Konsep Otomasi Line OTC

Penerapan otomasi dari *line OTC* adalah untuk mengoptimalisasi proses produksi yang ada di *line OTC*. Otomasi ini dilakukan karena tuntutan dari pihak manajemen untuk diterapkan dalam setiap proses yang ada di PT. KXX. Selama ini proses pengerjaan *casting* masih dilakukan dengan bantuan tenaga manusia (operator). Penerapan otomasi pada *line OTC* ditujukan untuk meningkatkan efisiensi pada proses *gravity casting* yang dibuktikan dengan hasil produk yang lebih baik secara kuantitas maupun kualitas dibandingkan dengan penggunaan tenaga manusia. Selain itu, penerapan otomasi juga bertujuan untuk mengurangi jumlah tenaga manusia (*reduce man power*).



Gambar 6. Konsep meja putar line OTC

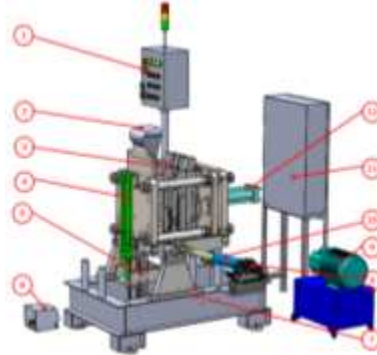
Penerapan otomasi pada *line OTC* adalah dengan cara menerapkan konsep meja putar (*carousel*). Meja putar tersebut berisi 8 buah mesin *gravitytilting* dilengkapi dengan penggunaan robot sebagai pengganti tenaga manusia. Mesin *gravity tilting* tersebut digunakan untuk tipe *solidouter tube* (pejal tanpa *core*).

## IV. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

Berdasarkan konsep otomasi pada *line OTC* yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, maka dilakukan perancangan mesin *gravity tilting* yang akan dibuat. Pada bagian perancangan ini dibagi menjadi tiga bagian, yaitu: perancangan mekanik mesin, perancangan sistem kontrol dan perancangan program.

#### 4.1 Perancangan Mekanik Mesin *Gravity Tilting*

Gambar 7. merupakan gambaran mesin *gravity tilting* yang akan dibuat.



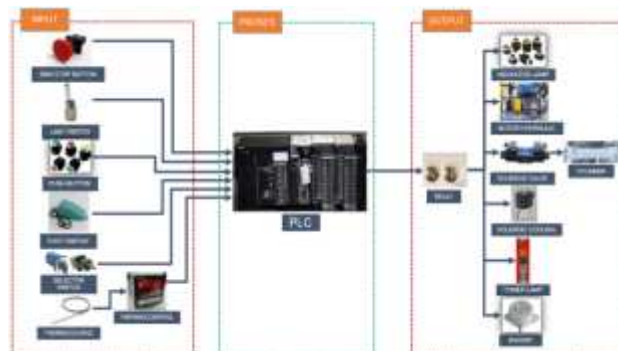
Gambar 7. Rancangan mekanik mesin *gravity tilting*

Tabel 1. Bagian-bagian mesin *gravity tilting*

No	Nama Bagian	Fungsi
1	Panel kontrol	Sebagai pengatur kerja mesin
2	<i>Pouring cups</i>	Sebagai media penuangan cairan ketika mesin berotasi
3	<i>Assembly mould</i>	Digunakan sebagai cetakan untuk membuat <i>outer tube</i>
4	Silinder <i>core</i>	Berfungsi memajukan dan memundurkan <i>core unit</i>
5	<i>Core unit</i>	Tempat menaruh <i>center core</i>
6	<i>Foot switch</i>	Digunakan untuk mengaktifkan timer mesin <i>gravity tilting</i>
7	Base mesin	Bagian penopang mesin <i>gravity tilting</i>
8	<i>Solenoid valve</i>	Penggerak semua silinder yang digunakan
9	Hidrolik <i>powerpack unit</i>	Bagian yang berfungsi mengalirkan fluida kepada setiap silinder
10	Silinder <i>tilting</i>	Berfungsi sebagai menarik dan mendorong mesin yang menyebabkan mesin berotasi ( <i>tilting</i> )
11	Panel utama	Tempat semua komponen sistem elektrik
12	Silinder <i>dies</i>	Menggerakan <i>Dies</i> naik dan turun

#### 4.2 Perancangan Sistem Kontrol

Perancangan sistem kontrol pada mesin *gravity tilting* ini menggunakan PLC sebagai perangkat pengontrol perangkat masukan dan perangkat keluaran. Pembuatan mesin *gravity tilting* ini menggunakan PLC OMRON CJ1M-CPU12 jenis modular, yang terdiri dari modul CPU, modul *power supply*, modul *input*, modul *output* dan *end cover* (merupakan bagian terpisah)..



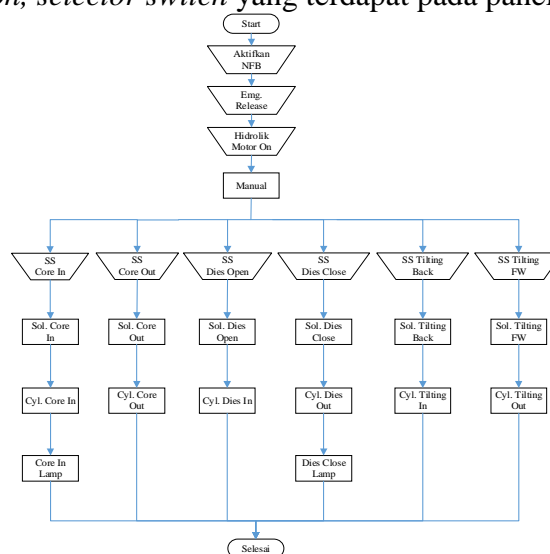
Gambar 8. Blok diagram perancangan sistem kontrol mesin *gravity tilting*.

Perangkat *input* yang digunakan adalah *limit switch, push button, emergency switch, selector switch, foot switch, dan sensor suhu (thermocouple)*. Perangkat *output* yang digunakan adalah berupa aktuator silinder hidrolik yang pergerakannya diatur oleh *solenoid valve*, aktuator motor hidrolik, lampu indikator, *tower lamp, buzzer*, dan *solenoid cooling*.

### 4.3 Perancangan Program

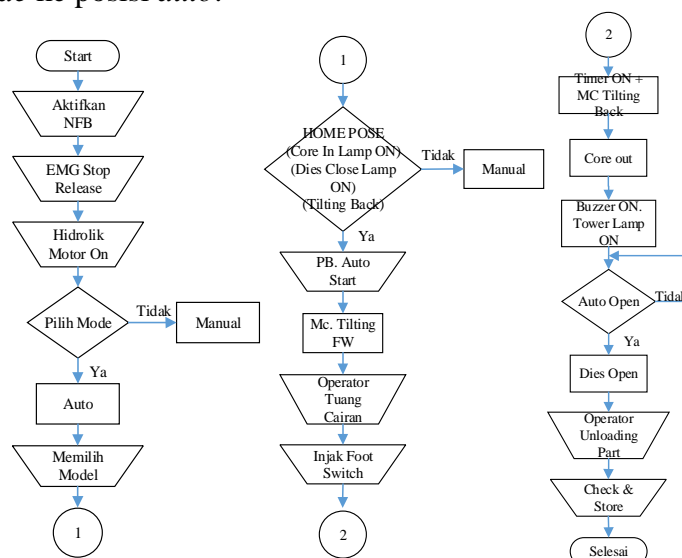
Dalam pembuatan program untuk mesin *gravity tilting*, yang pertama dilakukan adalah mengetahui urutan kerja yang kemudian akan dibuat program. Setelah mengetahui urutan kerja maka dibuatkanlah diagram alir (*flow chart*), yang digunakan untuk mempermudah dalam pembuatan program PLC. Perancangan program mesin *gravity tilting* dibagi menjadi dua bagian yaitu *mode manual* dan *mode otomatis*.

Pada *mode manual*, mesin dirancang untuk bergerak sesuai dari perintah operator. Operator dapat melakukan pengendalian mesin sesuai dengan perintah yang diberikan kepada mesin melalui *push button, selector switch* yang terdapat pada panel kontrol.



Gambar 8. Flow chart manual operation

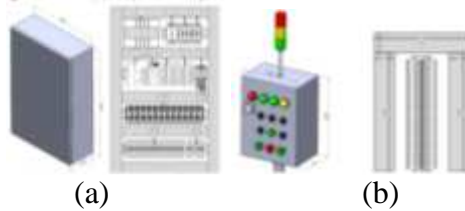
Pada *mode auto* mesin dapat melakukan pergerakan otomatis dengan cara merubah *selector switch mode* ke posisi *auto*.



Gambar 9. Flow chart auto operation

#### 4.4 Pembuatan Sistem Kontrol

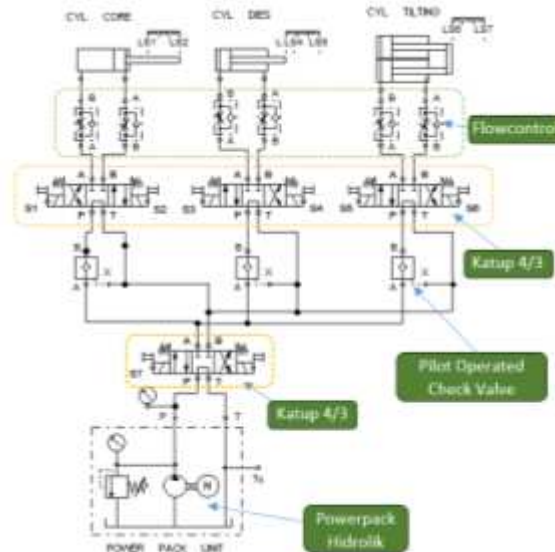
Berdasarkan spesifikasi komponen dan rancangan yang telah disebutkan, maka proses pembuatan sistem kontrol dibagi menjadi 3 bagian utama yaitu: *layout*, pengabelan atau *wiring* sistem kontrol, pembuatan sistem hidrolis.



Gambar 10. (a) Panel Utama (b) Panel Kontrol

#### 4.5 Pembuatan Sistem Hidrolik

Sistem hidrolik berisi tentang rangkaian hidrolik yang terdapat pada mesin *gravity tilting*. Hidrolik *power pack unit*, *solenoid valve* dan silinder hidrolik dihubungkan sehingga dapat menghasilkan mekanisme gerakan. Terdapat tiga buah silinder yang digunakan pada mesin *gravity tilting*. Silinder pertama adalah silinder *core*, silinder ini digunakan untuk menggerakkan maju atau mundur dari *core unit* yang dikontrol oleh *solenoid core in* dan *solenoid core out*. Silinder kedua adalah silinder *dies*, silinder ini digunakan untuk menggerakkan naik atau turun dari *moving plate (assembly)* dari *dies* bagian atas yang dikontrol oleh *solenoid dies close* dan *dies open*. Silinder ketiga adalah silinder *tilting*, silinder ini digunakan untuk menggerakkan berotasinya mesin *gravity tilting* sebesar 86°. Gambar 4.6 memperlihatkan rangkaian hidrolik mesin *gravity tilting*.



Gambar 11. Rangkaian hidrolik mesin *gravity tilting*

#### 4.5 Pembuatan Program

Pembuatan program pada mesin *gravity tilting* menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Laptop digunakan sebagai perangkat keras yang di dalamnya sudah terinstal perangkat lunak *CX-Programmer*. *CX-Programmer* menggunakan bahasa pemrograman *ladder diagram* (diagram tangga). Pembuatan program ini mengacu pada proses kerja yang telah dibuat sebelumnya pada bagian perancangan program. Pembuatan program dibagi menjadi lima sub program yaitu *input section*, *manual section*, *auto section*, *output section*, dan *end section*. Pengelompokan subprogram ini difungsikan agar lebih memudahkan dalam pembuatan program.

## V. PENGUJIAN DAN ANALISA HASIL

Pengujian mesin *gravity tilting* ini dilakukan setelah pembuatan mekanik, pembuatan elektrik, dan pembuatan program selesai dilakukan. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pada proses perancangan hingga proses pembuatan telah berfungsi sesuai apa yang diharapkan. Terdapat beberapa pengujian terhadap mesin *gravity tilting*, yaitu pengujian sistem kontrol dan pengujian sistem kerja dari mesin *gravity tilting*.

### 5.1 Pengujian *Input* dan *Output* PLC

Cara yang dilakukan dalam melaksanakan pengujian perangkat masukan yaitu dengan cara memberikan *trigger* pada masing-masing perangkat masukan. Cara tersebut meliputi; menekan *push button*, menekan *limit switch*, mengaktifkan *selector switch*, menginjak *foot switch* dan juga memberikan panasterhadap *thermocouple* dan melihat hasil pembacaan suhu pada *thermocontrol*. Parameter OK diberikan apabila perangkat masukan yang di-*trigger* akan menyalakan kontak pada *ladder* diagram *CX-Programmer* menjadi hijau.

Tabel 5.1 Pengujian Masukan PLC

No	Alamat	Perangkat yang diuji	Fungsi	Parameter	Status	
					OK	NG
1	0.00	<i>Auto/manual</i>	Memilih <i>mode auto / mode manual</i>	Kontak 0.00 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
2	0.01	<i>Auto start</i>	Menjalankan mesin dalam <i>mode auto</i>	Kontak 0.01 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
3	0.02	<i>Auto open</i>	Menggerakkan <i>dies open</i> pada <i>mode auto</i>	Kontak 0.02 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
4	0.03	<i>Time proses (FS)</i>	Mengaktifkan <i>tilting down + chilling time</i>	Kontak 0.03 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
5	0.04	<i>Emergency stop</i>	Menghentikan mesin dalam kondisi darurat	Kontak 0.04 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
6	0.05	Motor induksi	Menggerakkan motor dan mengaktifkan <i>power pack</i>	Kontak 0.05 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
7	0.06	<i>Manual core in</i>	Menggerakkan silinder <i>core retract</i>	Kontak 0.06 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
8	0.07	<i>Manual core out</i>	Menggerakkan silinder <i>core advance</i>	Kontak 0.07 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
9	0.08	<i>Manual dies open</i>	Menggerakkan silinder <i>dies retract</i>	Kontak 0.08 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
10	0.09	<i>Manual dies close</i>	Menggerakkan silinder <i>dies advance</i>	Kontak 0.09 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
11	0.10	<i>Manual tilting up</i>	Menggerakkan silinder <i>tilting advance</i>	Kontak 0.10 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
12	0.11	<i>Manual tilting down</i>	Menggerakkan silinder <i>tilting retract</i>	Kontak 0.11 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
13	0.12	<i>Core forward.LS</i>	Safety saat silinder <i>core retract</i>	Kontak 0.12 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
14	0.13	<i>Core back.LS</i>	Safety saat silinder <i>core advance</i>	Kontak 0.13 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
15	0.14	<i>Dies feed.LS</i>	Mengaktifkan <i>timer dies feed</i>	Kontak 0.14 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
16	0.15	<i>Dies forward.LS</i>	Safety saat silinder <i>dies advance</i>	Kontak 0.15 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
17	1.00	<i>Dies back.LS</i>	Safety saat silinder <i>dies retract</i>	Kontak 1.00 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
18	1.01	<i>Tilting back</i>	Safety saat silinder <i>tilting retract</i>	Kontak 1.01 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
19	1.02	<i>Tilting forward</i>	Safety saat silinder <i>tilting advance</i>	Kontak 1.02 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
20	1.03	<i>Moped mode</i>	Memilih <i>mode chilling time moped</i>	Kontak 1.03 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
21	1.04	<i>Sport mode</i>	Memilih <i>mode chilling time sport</i>	Kontak 1.04 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	
22	1.05	<i>Temp high</i>	Mengaktifkan <i>solenoid cooling</i>	Kontak 1.05 pada <i>monitor mode</i> aktif	√	



Tabel 5.2 Pengujian Keluaran PLC

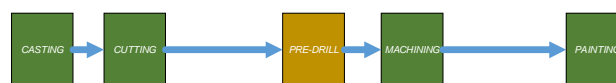
No	Alamat	Perangkat yang diuji	Fungsi	Parameter	Status	
					OK	NG
1	2.00	Homepose lamp	Indikator mesin dalam keadaan <i>home position</i>	Indikator lamp ON	√	
2	2.01	Proses lamp	Indikator sedang terjadinya proses kerja terhadap mesin	Proses lamp ON	√	
3	2.02	EMG. Stop lamp	Indikator mesin dalam keadaan stop (tidak bekerja)	EMG. Stop lamp ON	√	
4	2.03	core in lamp	Indikator yang menunjukkan bahwa a posisi <i>core</i> sudah masuk ke assy	Core in lamp ON	√	
5	2.04	Dies close lamp	Indikator yang menunjukkan bahwa a posisi <i>dies</i> sudah dalam posisi <i>close</i>	Dies close lamp ON	√	
6	2.05	Motor hidrolik lamp	Indikator yang menunjukkan aktifnya motor hidrolik	hidraulics motor lamp ON	√	
7	2.06	Solenoid core in	Menggerakkan silinder <i>core unit retract</i>	Silinder <i>core</i> bergerak mundur	√	
8	2.07	Solenoid core out	Menggerakkan silinder <i>core unit advance</i>	Silinder <i>core</i> bergerak maju	√	
9	2.08	Solenoid dies fw	Menggerakkan silinder <i>dies advance</i>	Silinder <i>dies</i> bergerak maju	√	
10	2.09	Solenoid dies back	Menggerakkan silinder <i>dies retract</i>	Silinder <i>dies</i> bergerak mundur	√	
11	2.10	Solenoid tilting fw	Menggerakkan silinder <i>tilting advance</i>	Silinder <i>tilting</i> bergerak maju	√	
12	2.11	Solenoid tilting back	Menggerakkan silinder <i>tilting retract</i>	Silinder <i>tilting</i> bergerak mundur	√	
13	2.12	Solenoid main valve	Sebagai syarat aktifnya semua <i>solenoid</i> silinder hidrolik	Aktifnya semua pergerakan silinder	√	
14	2.13	Solenoid cooling	Mengaktifkan keran otomatis (pendingin otomatis)	Cooling system ON	√	
15	2.14	Buzzer	Indikator <i>chilling time end</i>	Buzzer ON	√	
16	2.15	End proses lamp	Indikator <i>chilling time end</i>	Tower lamp (red) Blinking	√	

## 5.2 Analisa Hasil

Hasil yang akan diperoleh dari pembuatan mesin *gravity tilting* adalah penghilangan proses kerja yang dilakukan terhadap *outer tube* dan penurunan *reject* yang timbul akibat penggunaan *core*. Proses *gravity casting* yang sebelumnya menggunakan *core* dalam proses produksi akan digantikan dengan *solid outer tube casting*. Namun dalam metode *solid outer tube* selain menghilangkan tiga proses kerja, ditambahkan juga satu proses kerja pada *line machining* yang bertujuan untuk mengganti lubang *core* yang ada pada produk dengan dilakukannya proses *pre-drill* dengan menggunakan mesin CNC.



Gambar 5.1 Proses kerja yang dilakukan pada outer tube with core



Gambar 5.1 Proses kerja yang dilakukan pada solid outer tube

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil terhadap produk yang dihasilkan oleh mesin *gravity tilting*, diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Perancangan mesin *gravity tilting* dilakukan dengan *software design solidworks 2014*. Hasil desain kemudian diproses melalui proses manufaktur yang dikerjakan *in house* pada *section workshop* sehingga menjadi *part-part* yang selanjutnya dilakukan proses *assembly* menjadi satu kesatuan mekanik mesin *gravity tilting*. Dilengkapi dengan tiga buah silinder hidrolik; silinder pertama berfungsi untuk menggerakkan *core unit*, silinder kedua berfungsi untuk menggerakkan naik dan turun *dies*, silinder ketiga berfungsi untuk menggerakkan mesin untuk berotasi *forward* dan *down*.

2. Pembuatan sistem kontrol mesin *gravity tilting* menggunakan pengontrol utama berupa PLC *modular* dengan spesifikasi OMRON CJ1M-CPU12. Hasil yang diperoleh dari pembuatan mesin *gravity tilting* dengan metode *auto pouring* adalah memudahkan dan mempercepat operator dalam melakukan penuangan, karena operator hanya perlu menuang ke dalam media *pouring cups* yang selanjutnya *pouring cups* akan melanjutkan penuangan ke dalam *penelitian* seiring dengan berotasinya mesin sebesar 86° dengan mekanisme *tilting* pada mesin. Dengan adanya metode *auto pouring* dapat menurunkan *rejection* yang muncul akibat penuangan tidak stabil yang dilakukan oleh operator.

## VI. REFERENSI

- [1] Adi, Agung Nugroho. 2010. **Mekatronika**, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [2] Bolton, William. 2009. **Sistem Instrumentasi dan Sistem Kontrol**. Jakarta : Erlangga.
- [3] De Silva, C.W., **Mechatronics - A Foundation Course**, Taylor & Francis/CRC Press, Boca Raton, FL, 2010.
- [4] Neal, Hansen. 2010. **Hydraulics Component For Industrial Application**. Germany : Bosch Rexroth AG Hydraulics.
- [5] Putra, Agfianto Eko. 2007. **PLC Konsep Pemrograman dan Aplikasi**. Yogyakarta : Gava Media.
- [6] Putro, Agus Ponco. 2014. **Modul Kuliah Pneumatik Hidrolik**. Jakarta: Laboratorium Pneumatik Hidrolik Polman Astra.
- [7] Setiawan, Iwan. 2006. **Programmable Logic Control (PLC) dan Teknik Perancangan Sistem Kendali**, Yogyakarta : Andi.
- [8] Shrader, Robert L. 1991. **Komunikasi Elektronika Jilid 1**. Jakarta : Erlangga.
- [9] Sudjana, Hardi. 2008. **Teknik Pengecoran**. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.