

# Design and Development of Automation System for Measurement of Flow Nozzle Robot Spray Based on Programmable Logic Controller and Human Machine Interface at PT ADM Casting Plant

<sup>1</sup>Joko Purwanto, <sup>2</sup>Karya Suhada, <sup>3</sup>Rukmanta Jayawiguna, <sup>4</sup>Aprilia Hananto, <sup>5</sup>Aviv Yuniar  
Rahman

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Informatika, STMIK ROSMA

<sup>4</sup>Program Studi Sistem Informasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang

<sup>5</sup>Program Studi Teknik Informatika, Universitas Widyagama Malang

Email: [joko.purwanto@mhs.rosma.ac.id](mailto:joko.purwanto@mhs.rosma.ac.id)

## Abstract

*The spray is one of the important processes in the metal smelting industry that uses die casting machines to make aluminium products. This spraying process serves to prevent the problem of stamps (products attached to the dies/mold) due to overheating (overheating) on the surface of the dies. The main device in this spraying process is the nozzle that is driven by a coil from the solenoid valve. To maintain the quality of the output spray to remain standard, routine maintenance is carried out manually by two operators. Operator one is outside the machine area to see the digital flow sensor display and the second operator is inside the machine area to operate the solenoid valve nozzle spray. Communication between operators plays an important role when carrying out the process of flow spray measurement. This treatment takes 7 hours. The problems found are the lack of security for operators inside the engine area due to the potential for accidents, inaccurate measurements because there is always a pause when communicating between operators inside and outside the engine area and inefficient maintenance time. The purpose of this study is to make a flow nozzle spray measurement system that is safe, accurate, and efficient. This research method uses literature and descriptive methods. The design of this system is done by creating a new display that contains a measurement menu and a record of flow spray measurement data through a Human Machine Interface (HMI) device in the form of an NS-8 Series Omron touch screen that is integrated with a Q-Series Programmable Logic Controller (PLC) type device. Mitsubishi as a controller. From the results of this study, it can be concluded that the flow nozzle spray measurement system display is safer and displays accurate and efficient measurement results because the measurement process is carried out automatically and is operated by one operator outside the machine area.*

**Keywords:** spray, nozzle, digital flow sensor

## Abstraksi

Spray merupakan salah satu proses penting dalam industri peleburan logam yang menggunakan mesin die casting untuk membuat produk berbahan aluminium. Proses spray ini berfungsi untuk mencegah terjadinya problem petangko (produk melekat di dies/cetakan) akibat terjadinya overheat (panas berlebih) pada permukaan dies. Perangkat utama dalam proses spray ini adalah nozzle yang digerakkan oleh coil dari solenoid valve. Untuk menjaga kualitas output spray agar tetap standar, maka dilakukan perawatan rutin secara manual oleh dua orang operator. Operator satu berada di luar area mesin untuk melihat display digital flow sensor dan operator kedua berada di dalam area mesin untuk mengoperasikan solenoid valve nozzle spray. Komunikasi antar operator berperan penting ketika melakukan proses pengukuran flow spray. Perawatan ini memakan waktu 7 jam. Permasalahan yang ditemukan adalah kurangnya keamanan bagi operator yang berada di dalam area mesin karena berpotensi terjadinya accident, pengukuran tidak akurat karena selalu ada jeda ketika berkomunikasi antar operator yang berada di dalam dan di luar area mesin serta waktu pelaksanaan perawatan yang

tidak efisien. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat sistem pengukuran flow nozzle spray yang aman, akurat dan efisien. Metode penelitian ini menggunakan metode pustaka dan metode deskriptif. Desain rancangan sistem ini dilakukan dengan membuat display baru yang berisi menu pengukuran dan record data pengukuran flow spray melalui perangkat Human Machine Interface (HMI) berupa touch screen tipe NS-8 Series Omron yang diintegrasikan dengan perangkat Programmable Logic Controller (PLC) tipe Q-Series Mitsubishi sebagai controller. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa display sistem pengukuran flow nozzle spray ini lebih aman dan menampilkan hasil ukur yang akurat serta efisien karena proses pengukuran dilakukan secara otomatis serta dioperasikan oleh satu operator di luar area mesin.

**Kata kunci:** spray, nozzle, digital flow sensor

## 1. PENDAHULUAN

Pada era modern ini, dunia industri terus mengalami kemajuan terutama dalam bidang manufaktur[1]. Ada berbagai macam produk yang dihasilkan dari proses manufaktur khususnya dari proses pengecoran. Proses pengecoran dalam dunia industri digunakan untuk membuat benda-benda berbentuk rumit, seperti benda berlubang dan sebagainya. Produk-produk yang rumit tersebut dapat diproduksi massal secara mudah dan efisien dengan menggunakan proses casting (pengecoran logam).

PT ADM Casting Plant merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang menghasilkan produk casting berbahan aluminium. Salah satu tahapan penting dari pembuatan produk casting adalah proses spray. Definisi istilah spray adalah proses pelumasan ke permukaan cavity (profil cetakan) sebelum dilakukan proses injection (memasukkan logam cair dengan kecepatan dan tekanan tinggi) sehingga produk casting yang dihasilkan tidak melekat pada permukaan cavity ketika akan diambil oleh robot take out.

Perkembangan teknologi *Artificial Intelligence* (kecerdasan buatan) di dunia industri sangat berperan dalam proses produksi dengan tingkat efisiensi yang tinggi[2]. Kini tak dapat dipungkiri bahwa penggunaan robot berteknologi tinggi dalam dunia industri semakin meningkat[3], hampir semua maker (pembuat) mesin mengaplikasikan robot sebagai peripheral equipment (peralatan pelengkap) dalam proses produksi yang akan membantu kinerja mesin die casting beroperasi secara otomatis penuh.

Perawatan terhadap mesin dan robot dilakukan untuk memastikan produk casting memiliki kualitas yang baik sesuai dengan standar dan mencegah line stop (jalur produksi berhenti) akibat mesin rusak (breakdown), sehingga perusahaan bisa melakukan aktivitas reduce cost (mengurangi biaya) produksi. Pada umumnya mesin die casting terdapat dua macam robot[4] yang diaplikasikan, yaitu:

1. Robot Unload/Take Out

Robot ini berfungsi untuk mengambil produk casting dari dies yang masih bersuhu tinggi (200-300 OC). Selain itu, robot take out juga berfungsi untuk melakukan sebagian job finishing.

2. Robot Spray

Robot ini berfungsi untuk meratakan semprotan cairan die lube (pelumas cetakan) yang dikeluarkan melalui nozzle (lubang pengarah) ke seluruh bagian hotspot dies (titik panas cetakan).

Untuk menjaga kondisi tools spray, maka dilakukanlah kegiatan Preventive Maintenance (PM) pada tools robot spray (cassette). Salah satu item PM ini adalah pengukuran flow nozzle spray yang bertujuan untuk mengukur kondisi flow (aliran bertekanan) dari nozzle. Metode pengukuran flow nozzle spray ini dilakukan dengan cara manual (operasional secara konvensional) dan visual check (pemeriksaan dengan melihat) oleh 2 orang team member (operator) dengan cara sebagai berikut:

1. Team member satu berada di dalam area mesin bertugas untuk mengoperasikan output solenoid valve (katup elektrik) nozzle spray dengan menggunakan remote pendant (papan tombol pengendali) robot spray.
2. Team member dua berada di luar area mesin bertugas untuk mengukur flow nozzle spray dengan cara melihat nilai flow pada display digital flow sensor (alat pengukur aliran cairan) sesuai waktu pengukuran pada stopwatch. Kedua team member saling berkomunikasi untuk memulai dan menghentikan proses pengukuran.

Pada uraian tugas team member di atas ditemukan beberapa masalah seperti kondisi yang kurang aman bagi team member satu saat berada di dalam area mesin karena berpotensi terjadinya accident. Selain itu, pengukuran flow spray tidak akurat karena selalu ada jeda ketika berkomunikasi antara kedua team member untuk memulai dan menghentikan proses pengukuran serta waktu pelaksanaan perawatan yang cukup lama sehingga metode PM ini tidak efisien.

## **2. METODE PENELITIAN**

Pada penelitian ini digunakan dua metode (pustaka dan deskriptif)[5-7] untuk membantu memudahkan dalam memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

### *2.1 Metode Pustaka*

Metode ini dilakukan dengan mencari data-data, referensi, dan dokumentasi yang berkaitan dengan sistem yang akan dibuat, dari literatur buku-buku, jurnal-jurnal ilmiah, buku-buku manual mesin die casting SSDC dan robot, serta situs-situs internet untuk mempelajari hal-hal yang berhubungan dengan rancang bangun sistem ini seperti berikut:

1. Karakteristik PLC tipe Q-Series Mitsubishi termasuk pemrogramannya.
2. Karakteristik HMI touch screen tipe NS-8 Omron dan coriolis digital flow sensor tipe FD-S Series Keyence yang diintegrasikan dengan sistem kontrol robot spray dan mesin die casting.

### *2.2 Metode Deskriptif*

Metode ini merupakan prosedur pemecahan masalah yang diselidiki dengan menggambarkan keadaan subjek atau objek dalam penelitian berdasarkan fakta-fakta yang tampak atau apa adanya. Adapun langkah-langkah metode penelitian untuk membangun sistem ini adalah sebagai berikut :

1. Melakukan observasi dan wawancara dengan team member dan team leader yang bertugas melakukan PM flow nozzle spray.
2. Merancang sistem display pengukuran sesuai dengan data-data yang telah diperoleh berdasarkan spesifikasi peralatan yang digunakan di mesin.

Melaksanakan perencanaan sistem dengan mengolah output data dari coriolis digital flow sensor di dalam program PLC yang hasilnya ditampilkan pada touch screen.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis ini membahas tentang perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang dibutuhkan dalam pembuatan display ini, yaitu sebagai berikut:

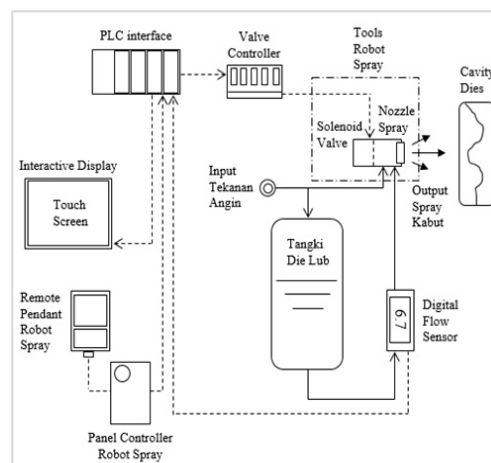
1. Kebutuhan hardware yang terdiri dari:
  - a. Laptop dengan spesifikasi minimal: processor Intel Core i3 dengan kecepatan 2.1 GHz, Hard Disk 500 GB, RAM 4 GB, Port USB 2.0.
  - b. PLC tipe Q-Series Mitsubishi.
  - c. Interactive Display tipe NS-8 Omron.
2. Kebutuhan software sebagai berikut:
  - a. Sistem operasi minimal Microsoft Windows 7 Professional.
  - b. GX-Developer versi 8 Mitsubishi.
  - c. CX-Designer versi 3.2 Omron.

#### 3.2 Perancangan

Perancangan sistem ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

##### 1. Diagram Rangkaian Electric

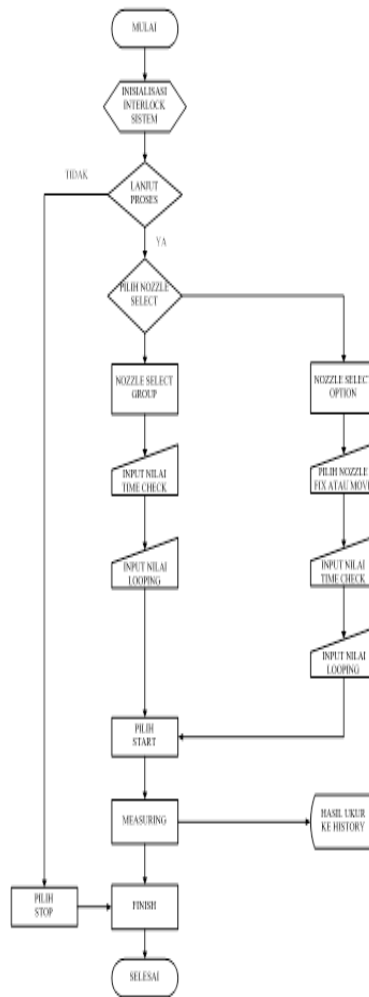
Diagram ini digunakan untuk menjelaskan koneksi semua komponen penting yang digambarkan melalui simbol-simbol grafis.



Gambar 1 Diagram Rangkaian Electric

2. Flowchart

Langkah berikutnya dibuatkan flowchart seperti berikut ini:

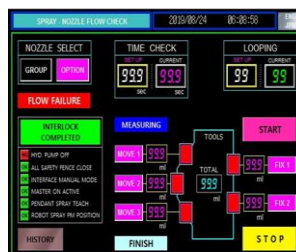


Gambar 2 Flowchart Sistem Otomasi Pengukuran Flow Nozzle Spray

3.3 Implementasi Sistem

Implementasi pembuatan sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan display interface dengan menggunakan software CX-Designer versi 3.2 Omron.



Gambar 3 Implementasi Interface Menu Utama

2. Pembuatan program PLC pendukung dengan menggunakan software GX-Developer versi 8 Mitsubishi untuk mengoperasikan display interface yang telah dibuat sebelumnya.

3. Pembuatan job program robot spray menggunakan remote pendant untuk menjadikan posisi robot sebagai interlock sebelum mengoperasikan display interface sistem ini.

### 3.4 Pengujian Sistem

Pengujian yang dilakukan pada sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian fitur-fitur yang ada pada display interface.

Test Case	Hasil yang Diharapkan	Hasil yang Didapatkan	Keterangan
<i>Interlock</i>	Sistem hanya bisa dioperasikan jika <i>interlock</i> terpenuhi.	Sistem bisa dioperasikan setelah <i>interlock</i> terpenuhi.	Berhasil
Lampu Indikator	Lampu menyala jika input/output aktif.	Lampu menyala sesuai input/output yang aktif.	Berhasil
<i>Numerical Display</i>	Menampilkan nilai sesuai angka yang ada di program <i>PLC</i> .	Nilai tampil sesuai dengan program.	Berhasil
<i>Record Data</i>	Merekam hasil ukur yang telah selesai dilakukan.	Hasil ukur masuk ke <i>record data</i> .	Berhasil

Tabel 1 Hasil Uji Fitur Sistem

Berdasarkan hasil pengujian tabel 1 yang dilakukan pada *test case interlock*, didapatkan hasil bahwa sistem bisa dioperasikan setelah *interlock* terpenuhi, untuk *test case* lampu indikator hasil yang didapatkan lampu menyala sesuai input/output yang aktif, dan untuk *test case Numerical Display* menampilkan nilai yang tampil sesuai dengan angka yang ada dalam program PLC serta test case record data mendapatkan hasil bahwa hasil ukur berhasil masuk ke *record data*.

2. Hasil Pengujian

Untuk melengkapi hasil pengujian display ini, maka dilakukan juga perbandingan hasil pengukuran dengan metode sebelumnya (manual) dengan settingan waktu dan perulangan yang sama dengan *display interface*, yang bertujuan untuk melihat sejauh mana keakurasian hasil ukur dari display ini.

Berikut ini tabel hasil perbandingan pengukuran antara metode manual dengan *display interface* menu pengukuran :

Pengujian	Hasil Ukur Manual (ml)	Hasil Ukur Display (ml)	Selisih
1	6,3	6,5	0,2
2	6,8	6,7	0,1
3	6,5	6,6	0,1
4	6,7	6,5	0,2
5	6,6	6,6	0,2

Tabel 2 Hasil Uji Pengukuran

Berdasarkan hasil pengukuran yang dilakukan mulai dari pengujian 1 sampai 5 didapatkan hasil ukur manual rata-rata sekitar 6.58 ml, dan rata-rata hasil ukur display sekitar 6.58 ml yang kalau disimpulkan nilainya sama dengan hasil ukur rata-rata manual, sedangkan dari sisi selisih antara hasil ukur manual dan hasil ukur display adalah 0.16 ml

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem ini memiliki hasil ukur dengan tingkat keakurasian tinggi (selisih 0,1 s.d. 0,2 ml) dibandingkan dengan metode manual dan pengoperasiannya pun bisa disesuaikan dengan kebutuhan perawatan mesin (maintenance) sehingga lebih efektif dan efisien.
2. Interlock-interlock yang ada menjadi syarat utama untuk mengoperasikan sistem ini, sehingga meningkatkan faktor safety bagi team member. Selain itu, pengoperasian sistem ini lebih aman, karena tidak ada team member yang berada di dalam area mesin dan robot.

Dari pengujian dan analisa terhadap sistem ini masih ditemukan beberapa kelemahan. Adapun saran yang diperlukan, yaitu:

1. Adanya evaluasi terhadap sistem yang berjalan secara signifikan untuk pengembangan sistem selanjutnya.
2. Penerapan sistem otomasi pengukuran dengan metode Human Machine Interface (HMI) yang terintegrasi dengan program mesin die casting dan robot spray untuk menggantikan proses manual sangat menunjang terhadap terpenuhinya kebutuhan informasi.

#### REFERENCES

- [1] Grover, Mikell P. 2010. Automation, production systems, and computer integrated manufacturing, Second edition. New Jersey: Prentie.
- [2] P. Gruhn.2011. Human Machine Interface (HMI) Design: The Good , The Bad , and The Ugly (and what makes them so ). 66th Annu. Instrum. Symp. Process Ind., pp
- [3] Irawan, A. S. Y., & Prihandani, K. (2019). Sistem Pengontrol Lampu Berbasis Internet Dengan Metode Virtual Prototype. Systematics, 1(1), 12-21.
- [4] Wisnu, Jatniko, dkk. 2014. Robotika: Teori dan Aplikasi. Jakarta: Erlangga.
- [5] Dennis, Alan, Barbara Haley Wixom and Roberta M. Roth. 2012. System Analysis and Design. United States: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Indrajani, 2015, Database Design, Jakarta: PT Elex Media Komputindo. Hartono, Jogyanto, 2013, Metodologi Penelitian Bisnis, Yogyakarta: BPFPE.
- [7] Mulyani, Sri. 2016. Metode Analisis dan Perancangan Sistem. Edisi Kedua cetakan ke-1. Bandung: Abdi Sistematika.