



## **Implementasi Sistem SCADA dan PLC S7-300 untuk Otomatisasi Koreksi Berat Semen Pada *Checkweigher***

Dinda Ayu Permatasari<sup>1</sup>, Alfian Raid Jiddan Al Fath<sup>2</sup>, Edi Sulistio Budi<sup>3</sup>, Wahyu Tri Wahono<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>[dinda\\_ayu@polinema.ac.id](mailto:dinda_ayu@polinema.ac.id), <sup>2</sup>[jiddanjr3@gmail.com](mailto:jiddanjr3@gmail.com), <sup>3</sup>[edi.sulistio@polinema.ac.id](mailto:edi.sulistio@polinema.ac.id), <sup>4</sup>[wahyu\\_tri@polinema.ac.id](mailto:wahyu_tri@polinema.ac.id)

### **Abstract**

*A Checkweigher is a device used to correct the weighing of cement. This system is designed to address issues found in the previous Checkweigher, which frequently measured below the setpoint, lacked stability, and had low precision. The old Checkweigher also had a limitation in that its weighing process could not be monitored remotely. The newly designed Checkweigher displays the weighing data on an HMI at the local control panel and is connected to a SCADA system for remote monitoring. The Checkweigher system is equipped with five correction zones: Underweight, Tendency(-), normal (setpoint), Tendency(+), and Overweight, with a setpoint range of 40–40.3 kg. Test results show that the Checkweigher functions properly, with an average load cell sensor error of 0.118%, and most of the weighing results fall within the setpoint zone. The system effectively reduces Underweight occurrences, with 30.88% of weighings falling into zones 1 and 2 (Underweight and Tendency(-)), and 69.12% falling into zones 3, 4, and 5 (normal, Tendency(+), and Overweight).*

Keywords: *Checkweigher, PLC S7-300, Load Cell, SCADA, Correction System.*

### **Abstrak**

*Checkweigher* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengoreksi penimbangan semen. Sistem ini dirancang untuk mengatasi masalah penimbangan dari *Checkweigher* lama yang penimbangannya sering dibawah setpoint, tidak stabil, dan kurang presisi. Pada *Checkweigher* yang lama mempunyai kelemahan yaitu penimbangannya tidak dapat dipantau secara jarak jauh. Pada *Checkweigher* yang dirancang ini display dan data penimbangan ditampilkan pada HMI di kontrol lokal dan terhubung ke sistem SCADA untuk pemantauan jarak jauh. Sistem *Checkweigher* yang dirancang memiliki 5 zona koreksi: *Underweight*, *Tendency(-)*, normal (setpoint), *Tendency(+)*, dan *Overweight*, dengan *set point* 40–40,3 kg. Hasil pengujian menunjukkan *Checkweigher* bekerja baik, dengan rata-rata error sensor load cell 0,118% dan penimbangan lebih banyak masuk ke zona setpoint. Sistem ini berhasil meminimalisir *Underweight*, dengan 30,88% penimbangan masuk zona 1 dan 2 (*Underweight* dan *Tendency(-)*), serta 69,12% masuk zona 3, 4, dan 5 (normal, *Tendency(+)*, dan *Overweight*).

Kata Kunci: *Checkweigher, PLC S7-300, Load Cell, SCADA, Sistem Koreksi.*

Diterima Redaksi : 26-04-2025 | Selesai Revisi : 09-06-2025 | Diterbitkan Online : 30-06-2025

### **1. Pendahuluan**

Sistem *Checkweigher* terus menjadi perhatian dalam berbagai bidang industri semen karena efisiensinya dalam menangani produk secara cepat dan akurat [1]. Di dunia modern, peralatan elektronik digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk penimbangan. Hal ini membuat semua tugas inspeksi yang berkaitan dengan barang-barang yang diproduksi menjadi lebih mudah [2], sehingga perusahaan semen pada PT XX tersebut dapat memastikan bahwa setiap material yang digunakan dalam proses produksinya memenuhi standar yang ditetapkan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan sistem *Checkweigher* dengan pendekatan berbasis sensor digital dan kontrol otomatis untuk meningkatkan presisi dan efisiensi produksi. Misalnya, penggunaan *load cell* untuk akurasi tinggi

dalam sistem penimbangan telah banyak diterapkan di sektor industri makanan dan farmasi karena kemampuannya dalam mengurangi deviasi berat [3][4]. Selain itu, integrasi sistem kontrol seperti PLC dan SCADA telah terbukti meningkatkan keandalan sistem otomatisasi dan mempermudah pengawasan jarak jauh terhadap performa alat produksi [5][6][7].

Sistem penimbangan yang digunakan sebelumnya di perusahaan semen PT XX ini masih berbasis teknologi lama, yakni *rak mikrokontroler* yang dikombinasikan dengan sensor LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*). Meskipun sistem tersebut telah digunakan cukup lama, performa penimbangan kerap kali tidak stabil dan menunjukkan tingkat akurasi yang rendah. Secara teknis, degradasi performa LVDT ini memang bisa ditanggulangi dengan penggantian unit baru. Namun, pendekatan ini bersifat *kuratif* dan

tidak menjawab kebutuhan jangka panjang terhadap sistem yang lebih *robust* dan *future-proof*. Selain itu, LVDT memiliki keterbatasan dalam hal umur pakai, sensitivitas terhadap gangguan elektromagnetik, serta kompleksitas dalam kalibrasi jika dibandingkan dengan *load cell* [8]. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan yang signifikan untuk mengeksplorasi solusi alternatif berupa penggunaan sensor yang lebih andal dan mudah diintegrasikan dengan sistem kontrol modern.

Untuk menjawab tantangan tersebut, dilakukan modifikasi sistem penimbangan dengan mengganti sensor LVDT menjadi empat buah *load cell*, serta mengganti pengendali dari mikrokontroler ke *Programmable Logic Controller (PLC)* Siemens S7-300. Modifikasi ini tidak hanya bertujuan meningkatkan akurasi pengukuran, tetapi juga memudahkan perawatan, kompatibilitas jangka panjang, serta fleksibilitas dalam integrasi sistem industri. *Load cell*, yang bekerja dengan prinsip konversi gaya menjadi sinyal listrik, terbukti memberikan tingkat akurasi tinggi serta lebih stabil terhadap gangguan lingkungan [3][8]. Adapun pemilihan PLC S7-300 bukan semata-mata karena "keandalannya" secara umum, melainkan karena arsitektur modular, dukungan komunikasi industri (misal: Profinet), dan kompatibilitasnya yang tinggi terhadap *sensor analog* seperti *load cell* melalui modul input analog [9].

*Checkweigher* yang dikembangkan bukan hanya sekadar alat timbang statis, tetapi juga melakukan koreksi berat secara otomatis. Sistem ini mampu mendeteksi berat dan membaginya ke dalam lima zona koreksi, yaitu *Overweight*, *Tendency (+)*, *Normal*, *Tendency (-)*, dan *Underweight* terhadap *set point* yang diinginkan, yaitu 40 – 40,3 kg. Jika terdeteksi kondisi over atau under, sistem secara otomatis mengirimkan sinyal koreksi ke server, lalu diteruskan ke mesin *roto packer* untuk menyesuaikan proses pengisian semen. Dalam kondisi normal, sistem tidak mengirim sinyal koreksi, sehingga proses tetap berjalan secara optimal. Dengan pendekatan ini, koreksi berat bukan sekadar solusi untuk "menghindari *underweight*", tetapi juga merupakan bagian dari strategi kontrol adaptif terhadap dinamika proses pengisian, seperti variasi tekanan udara, keausan mekanis, dan getaran mesin.

Pada sistem *Checkweigher* lama, data hasil penimbangan tidak dapat dipantau secara real-time dari jarak jauh, sehingga menyulitkan pengawasan performa sistem di *plant*. Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan dilengkapi antarmuka HMI (*Human Machine Interface*) yang menampilkan data berat secara real-time dan memungkinkan operator mengatur nilai *set point* dengan mudah [10]. Data yang ditampilkan pada HMI ini juga dikirim ke sistem SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*). Integrasi HMI dan SCADA tidak hanya meningkatkan efisiensi pemantauan, tetapi juga memberikan *feedback loop* langsung yang memudahkan pengambilan

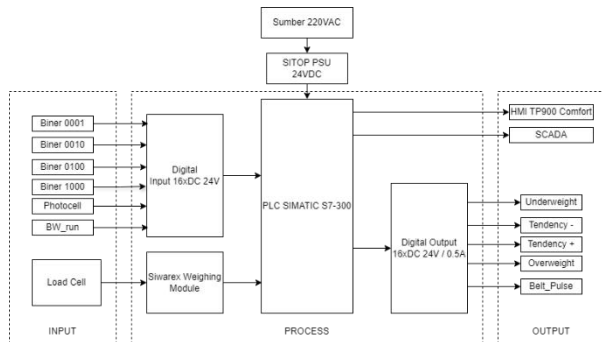
keputusan berbasis data [11][12]. Dengan demikian, sistem ini memungkinkan pengawasan jarak jauh yang lebih responsif dan meminimalkan intervensi manual dalam proses produksi [13]. Kinerja sistem yang ditingkatkan ini diharapkan dapat mendukung keberlanjutan operasional pabrik secara optimal dan adaptif terhadap kondisi industri modern.

## 2. Metode Penelitian

Berikut merupakan beberapa metode dari penelitian ini. Metode penelitian ini akan dijelaskan menggunakan diagram blok sistem dan diagram blok kontrol seperti dibawah ini.

### 2.1. Diagram Blok Sistem

Sistem dari *Checkweigher* yang digunakan untuk dan sistem koreksi penimbangan berat semen yang dirancang berdasarkan hasil kajian dan studi literatur dari penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Berikut merupakan penjelasan dari diagram blok sistem diatas:

Sistem ini menggunakan sumber daya 220VAC yang mengalirkan listrik ke PSU SITOP 24VDC. PSU ini mengubah tegangan AC 220V menjadi DC 24V untuk mengoperasikan perangkat kontrol seperti PLC SIMATIC S7-300 dan HMI TP900 Comfort[10]. PLC bertugas mengendalikan proses berdasarkan sinyal *input* dan *output*, sementara HMI memungkinkan operator memantau dan mengontrol proses secara lokal. Semua perangkat ini ditempatkan di dalam *control box*. Modul Digital Input 16xDC 24V menerima sinyal dari perangkat seperti photocell (untuk mendeteksi kantong semen) dan sinyal biner (untuk menampilkan spout number ke HMI). Modul Digital Output 16xDC 24V / 0.5A mengontrol sinyal seperti *Underweight*, *Overweight*, *Tendency +*, dan *Tendency -* yang dikirim ke server untuk diproses oleh *Roto packer*. Sinyal *Belt\_Pulse* digunakan untuk menghitung pulsa saat kantong semen bergerak ke *Checkweigher*. Siwarex Weighing Module membaca data dari Load Cell untuk mengolah informasi berat semen[11]. Load Cell, yang

ditempatkan di bawah *Checkweigher*, mengukur berat semen dan mengirim datanya ke modul Siwarex. Sistem ini juga terintegrasi dengan SCADA untuk pemantauan jarak jauh, dengan komunikasi antara PLC dan SCADA menggunakan kabel Profinet.

## 2.2. Diagram Blok Kontrol

Diagram Blok Kontrol dibawah menggambarkan sistem koreksi untuk mengoreksi berat semen yang sedang ditimbang. Koreksi berat semen ini menggunakan sensor load cell yang mana load cell tersebut disambungkan ke modul siwarex agar dapat melakukan penimbangan secara akurat. Sistem koreksi menggunakan sistem zona yaitu pada koreksi ini menggunakan 5 zona koreksi dan menggunakan 4 perintah koreksi yaitu *Underweight*, *Tendency -*, *Tendency +*, dan *Overweight*. Semua sistem koreksi dari *Checkweigher* sinyalnya akan dikirimkan ke server yang kemudian server akan mengolah data dan mengirimkan perintah koreksi ke packing machine (*roto packer*) yang bertugas untuk mengisi kantong semen dengan berat sesuai range *set point* yaitu 40 kg ≤ berat semen <40,3 kg.

Berikut merupakan jenis jenis zona dan range beratnya dapat dilihat pada tabel 1:

**Tabel 1** Jenis Zona dan Range Berat

| Jenis Zona                      | Pengertian                                        | Range Berat                     |
|---------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Zona 1 (Underweight)</b>     | Berat semen dibawah set point penimbangan         | 39,7 kg > Berat Semen > 39 kg   |
| <b>Zona 2 (Tendency -)</b>      | Berat semen sedikit dibawah set point penimbangan | 39,7 kg ≤ Berat Semen < 40 kg   |
| <b>Zona 3 (Range Set point)</b> | Berat semen sesuai range set point penimbangan    | 40 kg ≤ Berat Semen < 40,3 kg   |
| <b>Zona 4 (Tendency +)</b>      | Berat semen sedikit diatas set point penimbangan  | 40,3 kg ≤ Berat Semen < 40,5 kg |
| <b>Zona 5 (Overweight)</b>      | Berat semen diatas set point penimbangan          | 40,5 kg ≤ Berat Semen < 42 kg   |

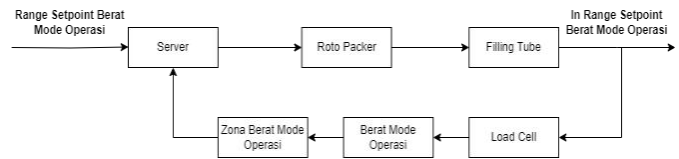
Berikut merupakan rumus perintah koreksi dari sistem koreksi *Checkweigher* dapat dilihat pada tabel 2 :

**Tabel 2** Rumus Perintah Koreksi

| Perintah Koreksi   | Rumus                               |
|--------------------|-------------------------------------|
| <b>Underweight</b> | <i>Target Weight Spout</i> + 0,2 kg |

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| <b>Tendency -</b> | <i>Target Weight Spout</i> + 0,05 kg |
| <b>Tendency +</b> | <i>Target Weight Spout</i> - 0,05 kg |
| <b>Overweight</b> | <i>Target Weight Spout</i> - 0,2 kg  |

Dengan rumus diatas maka berat semen akan selalu terjaga dan akan sesuai dengan range *set point* berat yang diinginkan sehingga dengan sistem koreksi tersebut diharapkan dapat membuat konsumen lebih puas dan untuk penambahan dan pengurangan berat semen seperti diatas dapat diubah ubah sesuai kondisi lapangan. Diagram blok kontrol dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram Blok Kontrol

Berikut merupakan penjelasan dari diagram blok kontrol:

Dalam sistem *Checkweigher*, terdapat beberapa komponen utama yang memiliki peran penting dalam memastikan berat semen yang diproduksi sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Pertama, server berperan sebagai pusat kendali yang bertugas menentukan *set point* penimbangan berat semen. Selain itu, server juga menerima hasil koreksi dari sistem *Checkweigher* dan mengirimkan sinyal koreksi ke *roto packer*, sehingga proses pengisian semen dapat disesuaikan agar sesuai dengan *set point* yang diharapkan.

Selanjutnya, *roto packer* bertanggung jawab untuk melakukan pengisian semen ke dalam kemasan dengan berat yang mengacu pada nilai *set point* yang telah dikirimkan oleh server. Proses pengisian ini dikendalikan oleh *filling tube*, yaitu komponen yang bertugas untuk membuka dan menutup *valve* pengisian pada *roto packer*, sehingga aliran semen dapat dihentikan atau dilanjutkan sesuai kebutuhan.

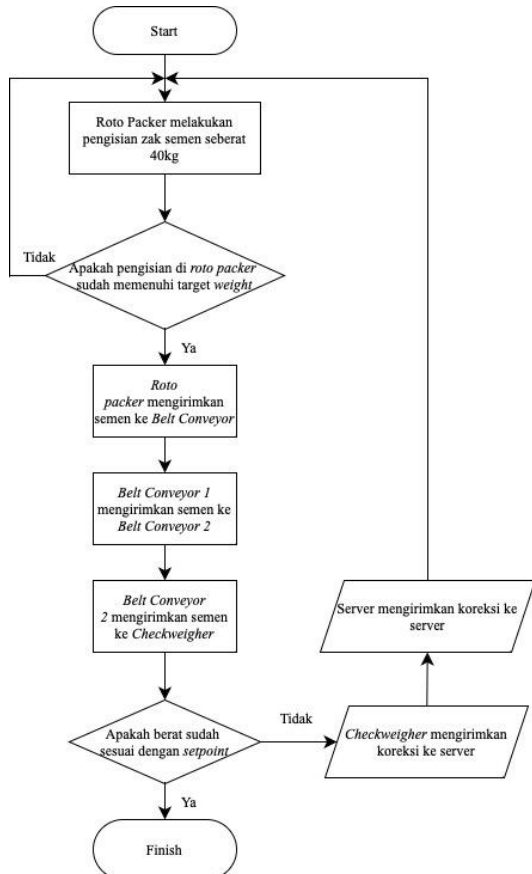
Untuk mengukur berat semen, sistem menggunakan load cell yang dipasang pada *Checkweigher*. Load cell ini berfungsi menimbang semen yang berada di atasnya, dan hasil penimbangan tersebut akan dikategorikan ke dalam zona berat mode operasi. Zona ini dibagi menjadi lima kategori, yaitu zona *Underweight*, *Tendency(-)*, *normal*, *Tendency(+)*, dan *Overweight*. Setiap zona menggambarkan sejauh mana hasil penimbangan mendekati atau menjauh dari nilai *set point*.

Terakhir, zona berat mode operasi ini berfungsi untuk menentukan jenis koreksi yang akan dikirimkan kembali ke server. Masing-masing zona memiliki nilai

koreksi yang berbeda, baik dalam bentuk penambahan maupun pengurangan, dan nilai tersebut dapat diatur ulang sesuai dengan kondisi nyata di lapangan. Dengan sistem ini, proses pengisian semen menjadi lebih presisi dan dapat dikontrol secara otomatis serta efisien.

### 2.3. Perancangan Software

Berikut merupakan perancangan *software* dari alat yang dibuat dan dapat dilihat pada Gambar 3:



Gambar 3 Perancangan software alat

Flowchart tersebut menggambarkan proses pengisian zak semen dengan berat 40 kg menggunakan *Roto packer* dan sistem kontrol berat yang melibatkan *Belt conveyor* dan *Checkweigher*. Proses dimulai dengan *Roto packer* mengisi zak semen dengan berat target 40 kg. Sistem kemudian memeriksa apakah pengisian sudah memenuhi target berat tersebut. Jika sudah, *Roto packer* mengirimkan zak semen ke *Belt conveyor* 1, yang kemudian memindahkannya ke *Belt conveyor* 2 untuk menuju tahap penimbangan. Setelah sampai di *Belt conveyor* 2, zak semen ditimbang oleh *Checkweigher*. Jika beratnya tidak sesuai dengan *set point*, *Checkweigher* akan mengirimkan data koreksi ke server. Server kemudian mengirimkan sinyal koreksi ke *Roto packer* untuk menyesuaikan berat pengisian pada proses selanjutnya. Sistem memeriksa kembali apakah berat semen sudah sesuai dengan range *set point* yang ditentukan (misalnya 40–40,3 kg). Jika belum, proses koreksi akan terus dilakukan hingga

berat semen sesuai. Jika berat semen sudah sesuai, proses selesai. Flowchart ini menggambarkan sistem kontrol berat yang terintegrasi antara *Roto packer*, *Belt conveyor*, *Checkweigher*, dan server untuk memastikan akurasi berat semen yang diproduksi.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berikut merupakan hasil dan pembahasan dari penelitian ini. pengujian ini juga menguji keakuratan pengukuran dari sensor load cell.

#### 3.1. Pengujian Sensor Load Cell

Pengujian sensor load Z6FC3 100 kg untuk pembuatan *Checkweigher* bertujuan untuk memastikan bahwa sensor ini dapat bekerja dengan baik sesuai kebutuhan sistem. Kemudian, sensor ini mampu mengukur berat dengan akurat dan dapat mendeteksi perubahan kecil dalam berat, karena *Checkweigher* digunakan untuk memeriksa berat produk secara presisi. Tujuan kalibrasi yaitu agar sensor dapat mengukur berat barang yang ditimbang sesuai dengan berat aslinya dan pada pengujian dan kalibrasi ini menggunakan tesweight yang telah ditera oleh badan metrologi untuk melakukan pengujian. Berikut merupakan hasil pengujian Tabel 3 Hasil pengujian Sensor Load Cell menggunakan Tesweight

| No | Berat Tesweight (kg) | Hasil Penimbangan (kg) | Error |
|----|----------------------|------------------------|-------|
| 1  | 5                    | 5.02                   | 0.4%  |
| 2  | 10                   | 10,01                  | 0.1%  |
| 3  | 20                   | 20,01                  | 0.05% |
| 4  | 25                   | 25,01                  | 0.04% |
| 5  | 40                   | 40                     | 0%    |

Pengujian sensor load cell Z6FC3 pada sistem penimbangan *Checkweigher* dilakukan menggunakan alat uji *tesweight* dengan berat bervariasi dari 5 kg hingga 40 kg. Tabel 3 menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan akurasi tinggi. Pada berat 5 kg, hasil penimbangan adalah 5.02 kg, sedangkan untuk 10 kg, 20 kg, dan 25 kg, hasilnya masing-masing 10.01 kg, 20.01 kg, dan 25.01 kg. Sementara itu, pada berat 40 kg, hasil pengukuran tepat di angka 40.00 kg. Selisih antara berat *tesweight* dengan hasil penimbangan sangat kecil, hanya 0.01 kg hingga 0.02 kg, yang masih dalam batas toleransi untuk alat industri. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi berat dengan sangat akurat dan konsisten. Bahkan, pada beban yang lebih besar seperti 40 kg, sensor mampu memberikan hasil yang sempurna tanpa deviasi. Dari pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa sensor load cell Z6FC3 memiliki performa yang stabil dan presisi tinggi. Sensor ini sangat cocok digunakan pada sistem *Checkweigher* untuk memastikan pengukuran berat berjalan akurat dan andal, baik pada beban kecil maupun besar.

### 3.2. Pengujian Sistem

Tujuan pengujian ini yaitu untuk memantau kinerja dari *Checkweigher* yang dibuat dan memantau statistik zona koreksi dari *Checkweigher*. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa berat semen yang masuk ke zona 3 (range *set point*) persentasenya lebih tinggi daripada zona yang lain. Pengujian ini juga untuk memastikan bahwa persentase zona 1 dan zona 2 jika diakumulasikan harus lebih kecil dari pada akumulasi persentase zona 3, zona 4, dan zona 5.

- Berikut merupakan hasil pengujian sistem secara keseluruhan:

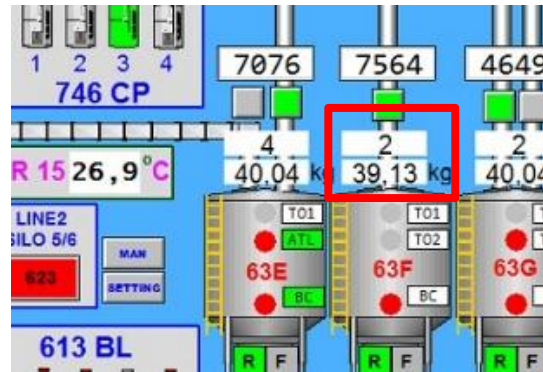


Gambar 4 Hasil Pengujian dan Monitoring Statistik

- Berikut merupakan tabel hasil pengujian secara keseluruhan:

**Tabel 4** Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

| No | Pengujian   | Zona   | Bag Counter | Persentase | Persentase Paling Tinggi | Jumlah Bag Counter | Persentase Zona Memenuhi | Persentase Zona Tidak Memenuhi |
|----|-------------|--------|-------------|------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 1  | Pengujian 1 | Zona 1 | 2.849       | 17,85%     | Zona 3                   | 15.954             | 69,89%                   | 30,06%                         |
|    |             | Zona 2 | 1.949       | 12,21%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 3 | 6.894       | 43,19%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 4 | 1.262       | 7,91%      |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 5 | 3.000       | 18,79%     |                          |                    |                          |                                |
| 2  | Pengujian 2 | Zona 1 | 8.045       | 21,43%     | Zona 3                   | 37.503             | 66,82%                   | 33,09%                         |
|    |             | Zona 2 | 4.376       | 11,66%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 3 | 13.886      | 36,99%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 4 | 2.754       | 7,34%      |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 5 | 8.442       | 22,49%     |                          |                    |                          |                                |
| 3  | Pengujian 3 | Zona 1 | 53.920      | 17,47%     | Zona 3                   | 308.382            | 71,23%                   | 28,66%                         |
|    |             | Zona 2 | 34.541      | 11,19%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 3 | 138.062     | 44,72%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 4 | 25.848      | 8,37%      |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 5 | 56.011      | 18,14%     |                          |                    |                          |                                |
| 4  | Pengujian 4 | Zona 1 | 43.765      | 19,46%     | Zona 3                   | 224.663            | 68,68%                   | 31,22%                         |
|    |             | Zona 2 | 26.454      | 11,76%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 3 | 89.937      | 40,00%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 4 | 18.000      | 8,00%      |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 5 | 46.507      | 20,68%     |                          |                    |                          |                                |
| 5  | Pengujian 5 | Zona 1 | 68.426      | 19,31%     | Zona 3                   | 353.959            | 68,5%                    | 31,41%                         |
|    |             | Zona 2 | 42.862      | 12,10%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 3 | 141.421     | 39,92%     |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 4 | 27.794      | 7,85%      |                          |                    |                          |                                |
|    |             | Zona 5 | 73.456      | 20,73%     |                          |                    |                          |                                |
| 6  | Pengujian 6 | Zona 1 | 58.266      | 19,38%     | Zona 3                   | 300.259            | 68,91%                   | 30,97%                         |



Gambar 5 Hasil Pengujian dan Monitoring SCADA

|    |              |        |         |        |        |        |        |        |
|----|--------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |              | Zona 2 | 34.848  | 11,59% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 3 | 122.561 | 40,77% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 4 | 23.389  | 7,78%  |        |        |        |        |
|    |              | Zona 5 | 61.195  | 20,36% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 1 | 3.794   | 18,17% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 2 | 2.614   | 12,52% |        |        |        |        |
| 7  | Pengujian 7  | Zona 3 | 8.784   | 42,02% | Zona 3 | 20.877 | 69,26% | 30,69% |
|    |              | Zona 4 | 1.530   | 7,33%  |        |        |        |        |
|    |              | Zona 5 | 4.155   | 19,91% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 1 | 4.106   | 17,45% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 2 | 2.872   | 12,21% |        |        |        |        |
| 8  | Pengujian 8  | Zona 3 | 10.312  | 43,81% | Zona 3 | 23.531 | 70,33% | 29,66% |
|    |              | Zona 4 | 1.821   | 7,74%  |        |        |        |        |
|    |              | Zona 5 | 4.420   | 18,78% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 1 | 10.533  | 18,72% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 2 | 6.790   | 12,07% |        |        |        |        |
| 9  | Pengujian 9  | Zona 3 | 23.158  | 41,16% | Zona 3 | 56.266 | 69,21% | 30,79% |
|    |              | Zona 4 | 4.446   | 7,90%  |        |        |        |        |
|    |              | Zona 5 | 11.339  | 20,15% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 1 | 2.331   | 11,57% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 2 | 4.162   | 20,66% |        |        |        |        |
| 10 | Pengujian 10 | Zona 3 | 8.325   | 41,32% | Zona 3 | 20.144 | 67,76% | 32,23% |
|    |              | Zona 4 | 3.664   | 18,18% |        |        |        |        |
|    |              | Zona 5 | 1.662   | 8,26%  |        |        |        |        |

3) Berikut merupakan analisa pengujian dari *Checkweigher*:

- Persentase zona target tertinggi terdapat pada pengujian ke 3 dengan persentase sebesar 71,23%.
- Persentase zona korektif tertinggi terdapat pada pengujian ke 2 dengan persentase sebesar 33,09%.
- Persentase zona korektif terendah terdapat pada pengujian ke 3 dengan persentase sebesar 28,66%.
- Sample pengujian tertinggi terdapat pada pengujian ke 5 dengan perhitungan bag counter sejumlah 353.959.
- Rata rata dari persentase zona target yaitu sebesar 30,87%.
- Rata rata dari persentase zona korektif yaitu sebesar 69,06%.

Secara keseluruhan, proses sistem 5 zona koreksi memiliki hasil dan kinerja yang baik dikarenakan memang tujuan dari koreksi ini yaitu digunakan untuk meminimalisir terjadinya berat *Underweight* dari semen yang diproduksi. Kemudian dapat dilihat pada hasil pengujian dalam beberapa hari yang ada didalam tabel 4 menunjukkan bahwa persentase hasil penimbangan yang masuk ke zona 3 selalu memiliki persentase yang lebih tinggi dari zona yang lain. Kemudian apabila melihat persentase antara hasil penimbangan semen yang masuk ke zona 3, 4, dan 5 selalu memiliki persentase yang lebih tinggi daripada hasil penimbangan yang masuk ke zona 1 dan 2. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa *Checkweigher* memiliki kinerja yang bagus dan dapat bekerja dengan maksimal dalam meminimalisir terjadinya berat *Underweight* pada semen yang diproduksi.

#### 4. Kesimpulan

Perancangan *Checkweigher* memanfaatkan PLC S7-300 sebagai prosesor utama, yang berfungsi dengan baik sebagai kontrol otomatis untuk sistem koreksi penimbangan. PLC ini tidak hanya meningkatkan akurasi penimbangan tetapi juga efisiensi biaya pembuatan alat. Sensor load cell digunakan sebagai sensor berat dalam sistem ini, menunjukkan akurasi yang sangat baik dengan rata-rata error hanya 0,118% setelah kalibrasi. HMI digunakan untuk kontrol dan monitoring lokal, memungkinkan pemantauan data penimbangan secara real-time dan memudahkan pengecekan kinerja *Checkweigher*. Selain itu, SCADA berfungsi dengan baik untuk monitoring jarak jauh, menampilkan proses penimbangan secara real-time dan memudahkan pemeliharaan. Dari hasil pengujian, *Checkweigher* berhasil meminimalisir *Underweight*, dengan 69,12% hasil penimbangan masuk ke zona 3, 4, dan 5 (range *set point* dan di atasnya), sementara 30,88% masuk ke zona 1 dan 2 (*Underweight* dan *Tendency -*). Hal ini menunjukkan bahwa *Checkweigher* bekerja sesuai tujuan, yaitu memastikan akurasi penimbangan dan meminimalisir kesalahan berat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. HASHIMOTO, T. UMEMOTO, and A. MAEDA, "Development of Identification System for Check-Weigher," *Int. J. Mod. Phys. Conf. Ser.*, vol. 24, no. Apmf, p. 1360034, 2013, doi: 10.1142/s2010194513600343.
- [2] M. S. A. Fikril Akbar, "RANCANG BANGUN MESIN *CHECKWEIGHER* DENGAN TIMBANGAN DIGITAL DAN MOTOR STATIS," vol. 2, pp. 485–498, 2024.

- [3] Y. Suzantry H, W. Gulo, and I. Priyadi, "Analisa Sistem Kerja Sensor Encoder dan Sensor Load Cell pada Pengemasan Semen di PT. Cemindo Gemilang Plant Bengkulu," *Appl. Eng. Innov. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 31–38, 2024, doi: 10.62777/aeit.v1i1.9.
- [4] A. Majid, "Rancang Bangun Instrumentasi Load Cell Strain Gauge Half Bridge pada Dynamometer Prony Brake dengan Sistem Monitoring LCD 16x4 Display Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Cross-border*, vol. 6, no. 2, pp. 834–842, 2023.
- [5] J. S. Fambudi, M. Syai'in, dan R. Y. Aditya, "Penerapan Kalman Filter pada Pembacaan Sensor Loadcell Berbasis PLC," *Jurnal Elektronika dan Otomasi Industri*, vol. 4, no. 1, pp. xx–xx, 2024.
- [6] Khairuddin, A. Santoso, dan B. Cahyono, "Implementasi Sistem SCADA dengan Kontrol PID pada Motor DC Conveyor," *Jurnal ELTEK*, vol. 18, no. 2, pp. xx–xx, 2020.
- [7] S. Syufrijal, "Aplikasi PLC pada Crane Berbasis SCADA," *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, vol. 1, no. 2, pp. xx–xx, 2017. [Online]
- [8] L. Ye, "Design of PLC Electrical Control System," *J. Theory Pract. Eng. Sci.*, vol. 4, no. 03, pp. 134–162, 2024, doi: 10.53469/jtpes.2024.04(03).13.
- [9] D. A. Permatasari, M. Rifa'i, and M. Fauziyah, "Implementasi Cascade Control Pada Pengaturan Suhu Steamer Baglog Menggunakan PLC dan HMI," *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2020, doi: 10.33795/elkolind.v3i1.60.
- [10] *et al.*, "Design and Implementation of Cost Efficient SCADA System for Industrial Automation," *Int. J. Eng. Manuf.*, vol. 10, no. 2, pp. 15–28, 2020, doi: 10.5815/ijem.2020.02.02.
- [11] B. Tomar, N. Kumar, and M. Sreejeth, "Real Time Automation and Ratio Control Using PLC & SCADA in Industry 4.0," *Comput. Syst. Sci. Eng.*, vol. 45, no. 2, pp. 1495–1516, 2023, doi: 10.32604/csse.2023.030635.
- [12] D. Mourtzis, J. Angelopoulos, and N. Panopoulos, "The Future of the Human – Machine Interface ( HMI ) in Society 5 . 0," 2023.
- [13] S. Du, "Research on distribution automation based on power supply reliability," *Manuf. Technol.*, vol. 19, no. 6, pp. 923–929, 2019, doi: 10.21062/ujep/397.2019/a/1213-2489/mt/19/6/923.
- [14] I. Trinchieri, A. Tridello, and M. E. E, "Politecnico di Torino Politecnico di Torino," *Thesis*, no. October, p. 87316161, 2023.