

# **APLIKASI LOAD CELL PADA PENGENDALIAN DAN MONITORING LEVEL AIR MENGGUNAKAN PLC**

**Fitri Nagasari**

Email : fi3na\_gasari@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH 65

Bandung 40164, Indonesia

## **ABSTRAK**

Di industri makanan, terdapat kebutuhan akan pengontrolan level dengan zat cair yang tidak boleh bersentuhan langsung dengan sensor, sehingga sensor *load cell* banyak digunakan. Selain itu otomasi merupakan hal yang penting untuk mengendalikan dan *monitoring* proses produksi, khususnya untuk industri yang dapat menyebabkan radiasi ataupun mudah meledak. PLC merupakan salah satu kontrol otomasi yang handal dan banyak digunakan di industri, karena mudah untuk memodifikasi dan *troubleshooting* sistem.

Sensor *Load Cell* diaplikasikan pada sistem pengendalian level yang dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu PC, PLC Premium, PLC Twido, plant level, HMI, dan *handphone*. *Load cell* dihubungkan pada PLC Premium yang memproses nilai berat hasil dari sensor *load cell*. HMI mengambil data yang ada dari sensor *load cell* sebagai umpan balik, untuk dikendalikan oleh PLC Twido. HMI juga terhubung dengan PC yang kemudian akan menginformasikan *handphone* untuk *monitoring plant* dan mengatur *set point*. Sistem ini bertujuan untuk mengendalikan level zat cair, berdasarkan berat yang dibaca oleh *load cell*. Metoda kontrol yang digunakan adalah *control on-off hysteresis*.

Hasil data pengamatan menunjukkan bahwa hysteresis 0,1 merupakan yang terbaik pada sistem pengendalian level zat cair yang telah dibuat, untuk set point 4, 8, 12, 15, dan 20 cm. Hasil *monitoring* menunjukkan bahwa pada PC terdapat *delay* rata-rata 1,2 detik untuk setiap perubahan nilai yang dilakukan pada HMI. Sedangkan pada *handphone* terdapat *delay* rata-rata 2,266666667 detik untuk setiap perubahan nilai yang dilakukan pada HMI. Sistem pengendalian level zat cair disarankan untuk menggunakan sistem kontrol yang lebih baik, misalnya PID.

Kata Kunci: PLC , HMI, *load cell*, level , kontrol *on-off* histeresis.

# **LOAD CELL APPLICATION FOR CONTROLLING AND MONITORING WATER LEVEL USING PLC**

**Fitri Nagasari**

Email : fi3na\_gasari@yahoo.com

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

Jalan Prof. drg. Suria Sumantri, MPH 65

Bandung 40164, Indonesia

## **ABSTRACT**

In food industries, there is a need for control level with liquid substances that should not come into direct contact with sensor, therefore load cell sensor is still widely used. In addition to that, automation is crucial for controlling and monitoring the industry process, especially for industry which may cause explosion or radiation. PLC is one of the automation control that is reliable and excessively used because it is easy to modify and troubleshoot the system.

The load cell sensor was applied to the control level system which are divided into sections, ie PC, PLC Premium, PLC Twido, level plant, HMI, and mobilephone. Load cell sensor connect to PLC Premium that process the weight value from the load cell sensor. HMI takes the value from load cell sensor as a feedback to be controlled by the PLC Twido. HMI is also connected to PC to inform the mobilephone for plant monitoring and adjusting the set point. This system aims to control liquid level, based on weight which is read by load cell sensor. The control method used are on-off hysteresis control.

The result of observation data shows that 0.1 hysteresis is the best value for the level liquid control system that have been created, for set point 4,8,12, 15, and 20 cm. The monitoring result shows that on PC there is an average delay of 1.2 seconds for any value changes made to HMI. While on mobilephone there is an average delay of

2,266666667 seconds for any value changes made to HMI. The liquid level control system can be improved by using a better control method, for example PID control.

Keywords: PLC , HMI, load cell, level ,control on-off hysteresis.

## DAFTAR ISI

|                      |     |
|----------------------|-----|
| ABSTRAK .....        | i   |
| ABSTRACT .....       | iii |
| KATA PENGANTAR ..... | v   |
| DAFTAR ISI .....     | vii |
| DAFTAR TABEL .....   | ix  |
| DAFTAR GAMBAR .....  | x   |

### BAB I. PENDAHULUAN

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| I.1. Latar Belakang .....        | 1 |
| I.2. Identifikasi Masalah .....  | 2 |
| I.3. Tujuan .....                | 2 |
| I.4. Pembatasan Masalah .....    | 3 |
| I.5. Spesifikasi Sistem .....    | 3 |
| I.6. Sistematika Penulisan ..... | 3 |

### BAB II LANDASAN TEORI

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| II.1. <i>Load Cell</i> .....                          | 5  |
| II.2 <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i> ..... | 9  |
| II.3. <i>Solenoid Valve</i> .....                     | 11 |
| II.4. Pompa AC .....                                  | 12 |
| II.5. <i>Level Control Switch</i> .....               | 13 |
| II.6. <i>Human Machine Interface (HMI)</i> .....      | 14 |
| II.7. Sistem Pengendalian .....                       | 15 |
| II.8. Regresi .....                                   | 18 |

### BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| III.1. Perancangan Sistem Pengendalian Level .....                   | 21 |
| III.1.1 Perancangan <i>Plant</i> Pengendalian Level Zat Cair .....   | 22 |
| III.2 Perancangan Sistem Pengendalian <i>On-off Hysteresis</i> ..... | 27 |

|                                                                                    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| III.2.1 Konversi dari Berat ke Level .....                                         | 28 |
| III.3 Konfigurasi <i>Software</i> Sistem Pengendalian dan <i>Monitoring</i>        |    |
| Level Zat Cair .....                                                               | 31 |
| III.4 <i>Wiring</i> Sistem Pengendalian dan <i>Monitoring</i> Level Zat Cair ..... | 38 |
| III.5 Flowchart Sistem Pengendalian dan <i>Monitoring</i> Level Zat Cair .....     | 39 |

#### **BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISA**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| IV.1. Tampilan <i>Monitoring Plant</i> Pengendalian Level dengan HMI ..... | 43 |
| IV.2. Perbandingan <i>Load Cell</i> dengan <i>Force Gauge</i> .....        | 45 |
| IV.3 Perbandingan Hasil Konversi dan Level Sesungguhnya .....              | 46 |
| IV.4 Pemilihan <i>Hysteresis</i> .....                                     | 47 |
| IV.4.1 Pengaturan <i>Hysteresis</i> .....                                  | 65 |
| IV.5. Hasil <i>Monitoring</i> .....                                        | 67 |

#### **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| V.1. Kesimpulan ..... | 69 |
| V.2. Saran .....      | 69 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| <b>DAFTAR PUSTAKA</b> ..... | 70 |
|-----------------------------|----|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>LAMPIRAN A</b> ..... | A-1 |
|-------------------------|-----|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>LAMPIRAN B</b> ..... | B-1 |
|-------------------------|-----|

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| <b>LAMPIRAN C</b> ..... | C-1 |
|-------------------------|-----|

## DAFTAR TABEL

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel III.1 <i>Input-output</i> PLC Twido .....                                              | 38 |
| Tabel IV.1 Perbandingan <i>Load Cell</i> Terhadap <i>Force Gauge</i> .....                   | 45 |
| Tabel IV.2 Perbandingan <i>Hysteresis</i> dengan <i>Set Point</i> 4.....                     | 53 |
| Tabel IV.3 Perbandingan <i>Hysteresis</i> dengan <i>Set Point</i> 8.....                     | 58 |
| Tabel IV.4 Perbandingan <i>Hysteresis</i> dengan <i>Set Point</i> 12.....                    | 62 |
| Tabel IV.5 Hasil Pengujian <i>Hysteresis</i> 0,1 terhadap <i>Set Point</i> 15 dan 20 .....   | 64 |
| Tabel IV.6 Hasil <i>Monitoring Delay</i> dari HMI ke PC dan HMI ke<br><i>Handphone</i> ..... | 68 |

## DAFTAR GAMBAR

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II.1 <i>Load cell</i> dengan empat buah <i>strain gauge</i> .....                                      | 6  |
| Gambar II.2 Jembatan <i>Wheatstone</i> .....                                                                  | 6  |
| Gambar II.3 <i>Wiring</i> pada <i>load cell</i> enam kabel dan empat kabel .....                              | 7  |
| Gambar II.4 <i>Single ended beam load cell</i> .....                                                          | 8  |
| Gambar II.5 <i>Double ended beam load cell</i> .....                                                          | 8  |
| Gambar II.6 <i>S ended beam load cell</i> .....                                                               | 8  |
| Gambar II.7 <i>Single point load cell</i> .....                                                               | 9  |
| Gambar II.8 <i>Canister load cell</i> .....                                                                   | 9  |
| Gambar II.9 PLC Kit.....                                                                                      | 11 |
| Gambar II.10 Struktur dari <i>Solenoid Valve</i> .....                                                        | 12 |
| Gambar II.11 Keadaan saat air ditarik masuk dan ke luar dari tabung pompa .....                               | 13 |
| Gambar II.12 <i>Sinker</i> pada <i>Level Control Switch</i> .....                                             | 14 |
| Gambar II.13 Skema HMI.....                                                                                   | 15 |
| Gambar II.14 Elemen-elemen dalam sistem pengendalian.....                                                     | 16 |
| Gambar II.15 Sistem pengendalian <i>open loop</i> .....                                                       | 17 |
| Gambar II.16 Sistem pengendalian <i>close loop</i> .....                                                      | 17 |
| Gambar II.17 Kontroler <i>on-off</i> dengan <i>neutral zone</i> .....                                         | 18 |
| Gambar III.1 Sistem pengendalian dan <i>monitoring level</i> .....                                            | 21 |
| Gambar III.2 <i>Plant</i> pengendalian level zat cair .....                                                   | 22 |
| Gambar III.3 Tangki satu, dua, dan tiga.....                                                                  | 23 |
| Gambar III.4 <i>Load cell</i> .....                                                                           | 24 |
| Gambar III.5 <i>Load cell</i> dan dudukannya.....                                                             | 24 |
| Gambar III.6 <i>Wiring</i> pada <i>weighing module TSX ISP 101</i> .....                                      | 25 |
| Gambar III.7 Pompa AC dan <i>wiring</i> pompa .....                                                           | 25 |
| Gambar III.8 <i>Solenoid valve</i> dan <i>wiring valve</i> .....                                              | 26 |
| Gambar III.9 <i>Level control switch</i> .....                                                                | 26 |
| Gambar III.10 Blok diagram sistem pengendalian level zat cair .....                                           | 27 |
| Gambar III.11 Grafik perbandingan antara level dengan berat menggunakan<br>regresi linier (lampiran B.1)..... | 29 |

|                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar III.12 Grafik perbandingan antara level dengan berat menggunakan<br>regresi polynomial orde dua (lampiran B.2) ..... | 31 |
| Gambar III.13 Konfigurasi PLC Twido .....                                                                                   | 32 |
| Gambar III.14 <i>Ladder diagram</i> .....                                                                                   | 32 |
| Gambar III.15 Konfigurasi bus PLC Premium .....                                                                             | 33 |
| Gambar III.16 Kalibrasi <i>load cell</i> .....                                                                              | 33 |
| Gambar III.17 Detail model HMI yang digunakan.....                                                                          | 34 |
| Gambar III.18 Variabel pada <i>Vijeo Designer</i> .....                                                                     | 35 |
| Gambar III.19 Panel 1 .....                                                                                                 | 35 |
| Gambar III.20 Panel 2 .....                                                                                                 | 36 |
| Gambar III.21 Panel 3.....                                                                                                  | 36 |
| Gambar III.22 <i>I/O manager</i> pada program <i>Vijeo Designer</i> .....                                                   | 36 |
| Gambar III.23 <i>Splashtop Streamer</i> .....                                                                               | 37 |
| Gambar III.24 <i>Schematic PLC</i> TWDLMDA20DRT .....                                                                       | 38 |
| Gambar III.25 <i>Wiring</i> sistem secara keseluruhan .....                                                                 | 39 |
| Gambar III.26 <i>Flowchart</i> sistem pengendalian level zat cair .....                                                     | 41 |
| Gambar III.27 <i>Flowchart</i> konversi berat ke level.....                                                                 | 42 |
| Gambar IV.1 Tampilan utama HMI <i>plant</i> .....                                                                           | 43 |
| Gambar IV.2 Tampilan grafik level air pada <i>plant</i> .....                                                               | 44 |
| Gambar IV.3 Tampilan grafik sinyal kendali pada <i>plant</i> .....                                                          | 44 |
| Gambar IV.4 Foto tangki dua saat pengambilan data .....                                                                     | 45 |
| Gambar IV.5 Perbandingan tinggi pada tangki dua dan tinggi hasil<br>konversi pada 4,18 cm.....                              | 46 |
| Gambar IV.6 Perbandingan tinggi pada tangki dua dan tinggi hasil<br>konversi pada 14,97 cm.....                             | 47 |
| Gambar IV.7 Grafik <i>set point</i> 4 dengan <i>hysteresis</i> 0,2 .....                                                    | 48 |
| Gambar IV.8 Grafik <i>set point</i> 4 dengan <i>hysteresis</i> 0,1 .....                                                    | 49 |
| Gambar IV.9 Grafik <i>set point</i> 4 dengan <i>hysteresis</i> 0,08 .....                                                   | 50 |
| Gambar IV.10 Grafik <i>set point</i> 4 dengan <i>hysteresis</i> 0,05 .....                                                  | 51 |
| Gambar IV.11 Grafik <i>set point</i> 4 dengan <i>hysteresis</i> 0,02 .....                                                  | 52 |
| Gambar IV.12 Grafik <i>set point</i> 4 dengan <i>hysteresis</i> 0,01 .....                                                  | 53 |

|              |                                                                |    |
|--------------|----------------------------------------------------------------|----|
| Gambar IV.13 | Grafik <i>set point</i> 8 dengan <i>hysteresis</i> 0,2 .....   | 54 |
| Gambar IV.14 | Grafik <i>set point</i> 8 dengan <i>hysteresis</i> 0,1 .....   | 55 |
| Gambar IV.15 | Grafik <i>set point</i> 8 dengan <i>hysteresis</i> 0,08 .....  | 56 |
| Gambar IV.16 | Grafik <i>set point</i> 8 dengan <i>hysteresis</i> 0,05 .....  | 56 |
| Gambar IV.17 | Grafik <i>set point</i> 8 dengan <i>hysteresis</i> 0,02 .....  | 57 |
| Gambar IV.18 | Grafik <i>set point</i> 8 dengan <i>hysteresis</i> 0,01 .....  | 58 |
| Gambar IV.19 | Grafik <i>set point</i> 12 dengan <i>hysteresis</i> 0,2 .....  | 59 |
| Gambar IV.20 | Grafik <i>set point</i> 12 dengan <i>hysteresis</i> 0,1 .....  | 59 |
| Gambar IV.21 | Grafik <i>set point</i> 12 dengan <i>hysteresis</i> 0,08 ..... | 60 |
| Gambar IV.22 | Grafik <i>set point</i> 12 dengan <i>hysteresis</i> 0,05 ..... | 61 |
| Gambar IV.23 | Grafik <i>set point</i> 12 dengan <i>hysteresis</i> 0,02 ..... | 61 |
| Gambar IV.24 | Grafik <i>set point</i> 12 dengan <i>hysteresis</i> 0,01 ..... | 62 |
| Gambar IV.25 | Grafik <i>set point</i> 15 dengan <i>hysteresis</i> 0,1 .....  | 63 |
| Gambar IV.26 | Grafik <i>set point</i> 20 dengan <i>hysteresis</i> 0,1 .....  | 64 |
| Gambar IV.27 | Pengaturan <i>hysteresis</i> pada <i>set point</i> 4.....      | 65 |
| Gambar IV.28 | Pengaturan <i>hysteresis</i> pada <i>set point</i> 8.....      | 66 |
| Gambar IV.29 | Pengaturan <i>hysteresis</i> pada <i>set point</i> 12.....     | 67 |