

APLIKASI PLC PADA CRANE BERBASIS SCADA

Syufrijal

DIII Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta

Email: syufrijal@unj.ac.id

Abstract

The purpose of this research is to make automatic crane using SCADA based PLC control system. This crane serves to move objects from one place to another based on the weight of the object. The controller used is PLC Omron CJ1M. The required signal as input to PLC is 12 digital input consisting of 3 push button, 9 limit switch and 1 analog input is a flexiforce sensor connected via remote I/O communication. Push button is used to turn on / off the entire system and turn on the system automatically. Limit switches are used as a crane movement limiting switch and the detection of objects while flexiforce sensors are used to detect the weight of objects. The output is controlled by the PLC is 4 pieces led indicator and 6 relays are used to turn the DC motor so that the crane can move forward/backward, up/down and gripped /release objects. The results of this study indicate that the crane can move objects weighing 100 gr, 200 grams and 300 grams automatically to where the specified object and the work process can be monitored on a computer screen.

Keywords: Crane, PLC, Weight Sensor, SCADA

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah membuat crane otomatis menggunakan sistem kendali PLC berbasis SCADA. Crane ini berfungsi untuk memindahkan benda dari satu tempat ke tempat lain berdasarkan berat benda. Pengendali yang digunakan adalah PLC Omron CJ1M. Sinyal yang diperlukan sebagai masukan ke PLC ada 12 digital input yang terdiri dari 3 push button, 9 limit switch dan 1 analog input berupa sensor flexiforce yang dihubungkan melalui komunikasi remote I/O. Push button digunakan untuk menghidupkan/mematikan keseluruhan sistem dan menghidupkan sistem otomatis. Limit switch digunakan sebagai saklar pembatas pergerakan crane dan pendeteksi adanya benda sedangkan sensor flexiforce digunakan untuk pendeteksi berat benda. Adapun keluaran yang dikendalikan oleh PLC adalah 5 buah led indikator dan 6 buah relay yang digunakan untuk menghidupkan motor DC sehingga crane dapat bergerak maju/mundur, naik/turun dan mencapai/melepaskan benda. Hasil penelitian imenunjukkan bahwa crane dapat memindahkan benda yang beratnya sebesar 100 gr, 200 gram dan 300 gram secara otomatis ke tempat benda yang sudah ditentukan dan proses kerjanya dapat termonitor di layar komputer.

Kata kunci: Crane, PLC, Sensor Berat, SCADA

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya teknologi kontrol mempunyai peranan yang sangat penting dalam dunia industri, yaitu untuk meningkatkan mutu dan hasil produksinya. hal ini nampak dari semakin banyaknya penggunaan *controller* yang digunakan untuk mengontrol atau menjalankan suatu sistem, agar sistem tersebut dapat bekerja secara otomatis. Otomatisasi adalah suatu teknik yang dapat digunakan untuk mengurangi biaya dan atau untuk meningkatkan kualitas. Otomatisasi dapat meningkatkan kecepatan produksi sekaligus mengurangi biaya produksi. Salah satu teknologi tingkat tinggi yang digunakan pada industri maju yaitu sistem kendali industri berbasis PLC. PLC merupakan sebuah pengendali yang dapat diprogram yang bekerja secara digital berdasarkan operasi logika menurut algoritma yang diprogramkan padanya sehingga dapat mengendalikan suatu proses.

Selain kemajuan teknologi dalam bidang rekayasa teknik kontrol, ternyata perkembangan teknologi merambah pada dunia informasi, kebutuhan akan sistem untuk pengontrolan jarak jauh pun semakin meningkat. Teknologi-teknologi baru untuk pengontrolan jarak jauh pun makin bermunculan. Konvergensi teknologi kendali, informasi dan komunikasi telah menghasilkan teknologi pengendalian terdistribusi yang salah satu komponen di dalamnya adalah SCADA (*supervisory control and data acquisition*). Melihat perkembangan teknologi tersebut maka timbullah ide untuk membuat suatu sistem kontrol

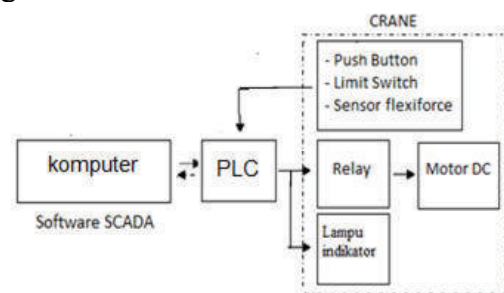
dan monitoring proses crane untuk memindahkan benda berdasarkan berat dengan menggunakan PLC yang terintegrasi dengan antar muka HMI SCADA. dimana SCADA merupakan media komunikasi antara manusia, PC dan PLC. SCADA membantu operator secara lebih dekat untuk mengontrol PLC pada setiap tahap pengoperasian *plant* dengan menempatkan PC sebagai basis proses visualisasi sistem yang menghubungkan semua komponen dalam sistem dengan baik.

METODE

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen di Laboratorium PLC, yaitu merancang, membuat dan melakukan uji program untuk kemudian menerapkannya pada crane pemindah benda berdasarkan berat.

PERANCANGAN SISTEM

Pengendali yang digunakan untuk mengendalikan crane adalah PLC Omron CJ1M CPU11. Diagram blok pengendalian alat dapat dilihat pada gambar 1.



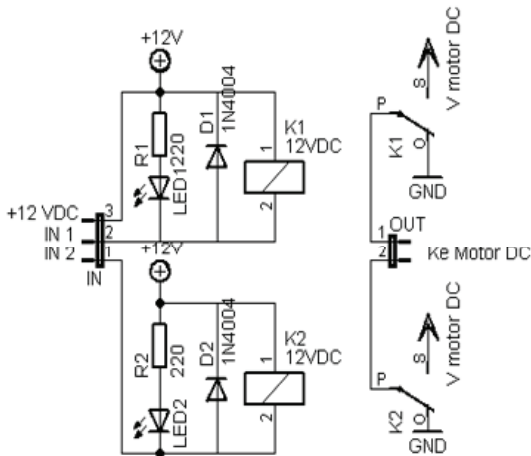
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Seperti terlihat gambar 1, peralatan input berupa push button dan limit switch dihubungkan ke modul digital input PLC. Push button digunakan untuk menghidupkan dan mematikan sistem sedangkan limit switch digunakan untuk membatasi

pergerakan crane. Adapun sensor flexiforce yang digunakan untuk mendeteksi berat benda dihubungkan ke modul analog input PLC. Sedangkan peralatan output berupa lampu indikator dan relai yang dihubungkan ke modul digital output PLC. Relay ini yang nantinya akan menggerakkan motor DC sedangkan lampu berfungsi sebagai indikator berat benda 100gr, 200gr, dan 300gr. Proses kerja alat dapat dimonitor pada layar komputer

Rangkaian Penggerak Motor DC

Motor penggerak pada crane ini menggunakan 3 buah motor DC 12V untuk dapat bergerak ke kanan/kiri, naik/turun, mencapit / melepaskan benda. Rangkaian penggerak motor DC dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Rangkaian Motor DC 2 arah

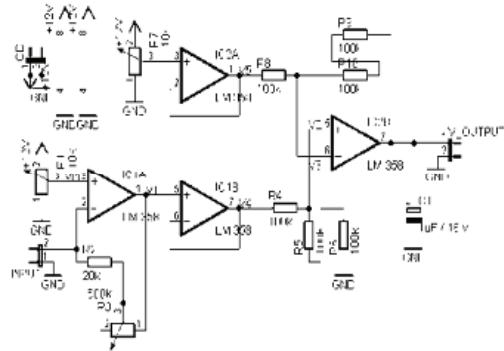
Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Rangkaian pengkondisi sinyal menggunakan IC LM358 sebagai *operational amplifier*. IC1A dikonfigurasi sebagai penguat tegangan tak membalik yang akan mengubah nilai resistansi *flexiforce* (*Input*) menjadi tegangan. R1 diatur agar *input* positif IC1A bernilai 5 volt sehingga *output* IC1A akan berkisar

antara 5 volt hingga 10 volt sesuai dengan rumus berikut :

$$V1 = \left(1 + \frac{(R2 + R3)}{R \text{ flexiforce}} \right) \times Vin$$

Rangkaian pengkondisi sinyal dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Konfigurasi Hardware PLC

Konfigurasi hardware PLC Omron dilakukan dengan menggunakan program *cx-programmer*. Rancangan hardware PLC yang digunakan dapat dilihat pada gambar 4.

| | | | | |
|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| PA 202 (catu daya) | CJ1M CPU 11 | DRM 21 (Master Unit) | OC 211 (modul output digital) | ID 211 (modul input digital) |
|-----------------------|----------------|-------------------------|----------------------------------|---------------------------------|

Gambar 4. Rancangan Hardware PLC

Untuk memulai membuat konfigurasi PLC pada *cx programmer* ada beberapa hal yang harus diketahui sebagai berikut, yaitu:

1. Buka aplikasi *cx programmer* dan selanjutnya klik *File* dan pilih *new* untuk membuat program baru.
2. Pada jendela *New* pilih *Device Name*, Lalu pada kotak *Device Type* pilih jenis PLC dengan CJ1M dan kemudian klik *setting*

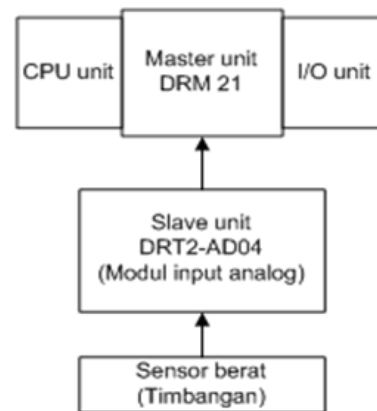
lalu klik *CPU Type* dan pilih CPU 11 dan *OK*. Kemudian pada kotak *Network Type* dipilih *SysmacWay* lalu *OK*.

3. Buatlah konfigurasi *hardware* dengan cara klik dua kali *IO table and Unit Setup*
4. Selanjutnya konfigurasi *slot 00* dengan modul *Device Net Master Unit tipe CJIW-DRM21*. Kemudian pilih nomor unit 0. Pemilihan nomor unit ini disesuaikan dengan *setting* nomor unit pada modul *Device Net Master Unit*.
5. Konfigurasi *slot* berikutnya yaitu *slot 01* dengan modul digital *output tipe CJIW-OC211*. Tekan pada modul yang dimaksud lalu tekan *OK*.
6. Pada *slot 02*, sama seperti pada *slot-slot* sebelumnya, untuk mengakses konfigurasi tekan dua kali pada wilayah kosong pada *slot 02*. Untuk *slot 02*, modul yang terpasang adalah modul digital *input tipe CJIW-ID211*. Tekan pada modul yang dimaksud lalu tekan *OK*.

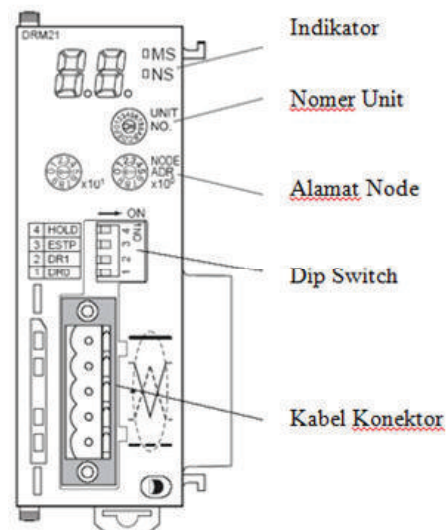
Komunikasi Remote I/O

Komunikasi *remote I/O* merupakan sistem jaringan terbuka dan bekerja secara otomatis dalam mentransfer *I/O* antara *unit slave* dan CPU tanpa ada program khusus dalam unit CPU. *Remote I/O* yang digunakan sebagai *master unit* adalah *DRM21* dan *slave unit* adalah modul analog *input tipe DRT2-AD04*. *Input* yang digunakan sebagai sinyal masukan ke PLC melalui modul analog *input* adalah sensor timbangan dengan sinyal *input 0 volt* sampai dengan *10 volt*. Komunikasi *remote I/O* dapat dilihat pada gambar 5 sedangkan bentuk

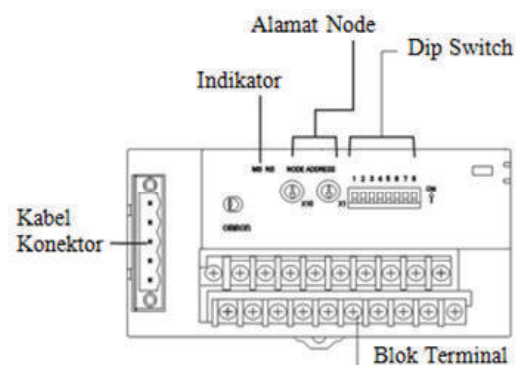
Master Unit dan *Slave Unit DRT2-AD04* terlihat pada gambar 6 dan 7.



Gambar 5. Komunikasi Remote I/O



Gambar 6. Master Unit DRM21



Gambar 7. Slave Unit DRT2-AD04

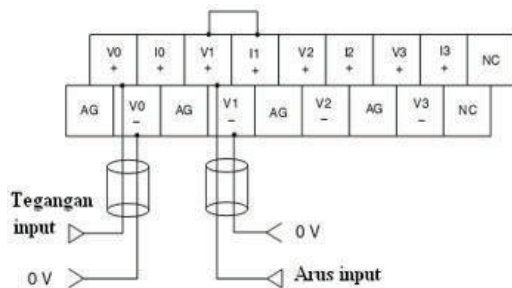
Beberapa hal yang perlu dilakukan dalam menggunakan komunikasi remote I/O adalah:

1. Setting nomer unit, alamat node, dan dip switch pada master unit DRM21 (u#0, n#1).
2. Setting alamat node (n#2) dan dip switch pada slave unit *DRT2-AD04*. *Dip switch* pada slave unit digunakan untuk mensetting sinyal analog *input* baik berupa tegangan ataupun arus. Adapun sinyal analog input yang digunakan pada penelitian ini berupa tegangan 0-10V sehingga setting dip switch untuk input 0 dan 1 yaitu pin2 dan pin8 ON, pin1,3,4,5,6,7 OFF.
3. Hubungkan kabel antara master unit dan slave unit melalui kabel konektor seperti terlihat tabel 1.

Tabel 1. Kabel Konektor *DRM 21* Dengan *DRT2-AD04*

| Wama Konektor | Sinyal |
|---------------|--|
| Hitam | Jalur <i>power</i> , tegangan negatif (V-) atau 0 V DC |
| Biru | Jalur komunikasi, <i>Low</i> (CAN L) |
| --- | |
| Putih | Jalur komunikasi, <i>High</i> (CAN H) |
| Merah | Jalur <i>power</i> , tegangan positif (V+) atau +24 V DC |

4. Hubungkan kabel sensor berat dengan slave unit melalui blok terminal seperti terlihat gambar 8.



Gambar 8. Pemasangan Input Analog

Deskripsi Kerja Sistem

1. Posisi awal robot berada di kanan (LS1 ON) dan posisi tangan robot di atas (LS5 ON) serta posisi pencapit dalam keadaan terbuka (LS8 ON).
2. Ketika ada benda (LS9 ON) dan tombol start ditekan maka lampu indikator akan menyala dan crane bergerak turun sampai menyentuh limit switch4 (LS6 ON). Setelah itu crane mencapit benda sampai menyentuh limit switch7 (LS7 ON).
3. Kemudian crane bergerak naik sampai menyentuh limit switch5 (LS5 ON). Ketika benda tersebut beratnya 100 gram maka crane akan bergerak kekiri menuju kotak A sampai menyentuh limit switch2 (LS2 ON) dan ketika benda tersebut beratnya 200 gram maka crane akan bergerak kekiri menuju kotak B sampai menyentuh limit switch3 (LS3 ON). Akan tetapi ketika benda tersebut beratnya 300 gram maka crane akan bergerak kekiri menuju kotak C sampai menyentuh limit switch4 (LS4 ON). ketika benda beratnya 400 gram maka crane tidak akan mengambil benda tersebut. Lampu indikator akan menyala ketika sensor flexiforce mendeteksi berat benda 100gr, 200gr, 300gr.
4. Lalu crane akan bergerak turun sampai menyentuh limit switch6 (LS6 ON). Kemudian crane akan melepaskan benda sampai menyentuh limit switch8 (LS8 ON). Setelah benda terlepas di kotak A, B atau C maka crane akan bergerak kembali ke posisi awal. Ketika tombol stop ditekan maka sistem akan berhenti.

Alamat Input Output PLC

Pengalamatan input dan output PLC dapat dilihat pada tabel 2,3 dan 4.

Tabel 2. Alamat Input Digital PLC

| No. | Input Digital | Alamat | Keterangan |
|-----|----------------------|--------|--|
| 1. | Tombol Start | 1.00 | Menghidupkan sistem |
| 2. | Tombol Stop | 1.01 | Mematikan sistem |
| 3. | Limit switch 5 (LS5) | 1.02 | Batas pergerakan lengan pada posisi atas |
| 4. | Limit switch 6 (LS6) | 1.03 | Batas pergerakan lengan pada posisi bawah |
| 5. | Limit switch 7 (LS7) | 1.04 | Batas pergerakan tangan pada posisi menjepit |
| 6. | Limit switch 8 (LS8) | 1.05 | Batas pergerakan tangan pada posisi membuka |
| 7. | Limit switch 1 (LS1) | 1.08 | Batas pergerakan lengan pada posisi awal |
| 8. | Limit switch 2 (LS2) | 1.09 | Batas pergerakan lengan pada posisi kotak A |
| 9. | Limit switch 3 (LS3) | 1.10 | Batas pergerakan lengan pada posisi kotak B |
| 10. | Limit switch 4 (LS4) | 1.11 | Batas pergerakan lengan pada posisi kotak C |
| 11. | Saklar (PB3) | 1.12 | Menghidupkan sistem secara otomatis |
| 12. | Limit switch 9 (LS9) | 1.13 | Mendeteksi benda di atas timbangan. |

Tabel 3. Alamat Input Analog PLC

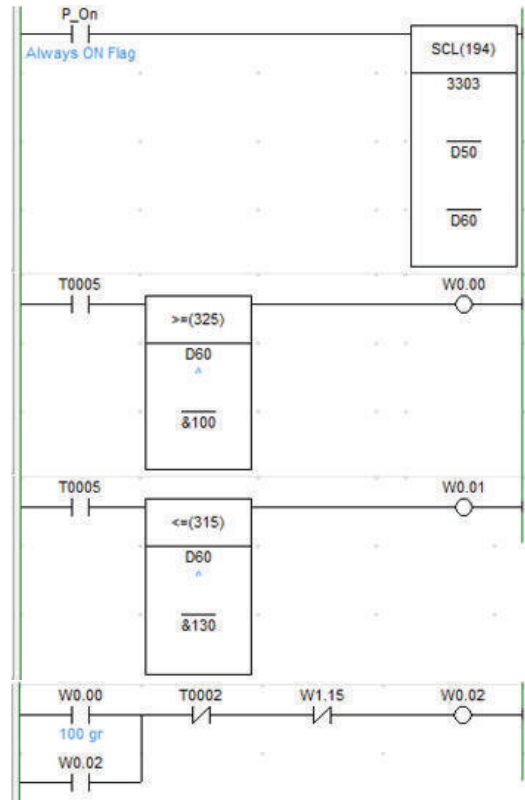
| No. | Input analog | Alamat | Keterangan |
|-----|---------------------------|--------|---------------------------------------|
| 1. | Sensor berat (flexiforce) | 3303 | menimbang benda dari berat 0-300 gram |

Tabel 4. Alamat Output Digital PLC

| No. | Output Digital | Alamat | Keterangan |
|-----|----------------|--------|--------------------|
| 1. | Lampu 1 | 0.00 | Indikator otomatis |
| 2. | M2-R | 0.01 | Crane ke kanan |
| 3. | M2-L | 0.02 | Crane ke kiri |
| 4. | M1-R | 0.03 | Crane ke atas |
| 5. | M1-L | 0.04 | Crane ke bawah |
| 6. | M3-R | 0.05 | Crane mencapit |
| 7. | M4-L | 0.06 | Crane membuka |
| 8. | Lampu 2 | 0.09 | Indikator 100 gram |
| 9. | Lampu 3 | 0.10 | Indikator 200 gram |
| 10. | Lampu 4 | 0.11 | Indikator 300 gram |

Program PLC

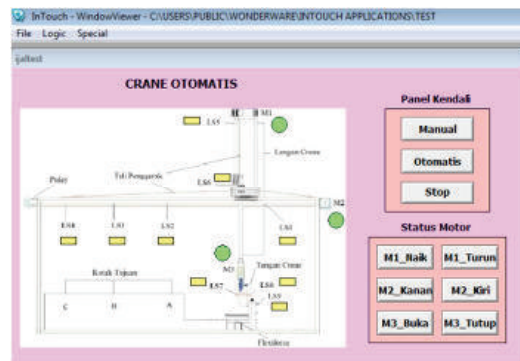
Bahasa pemrograman PLC Omron yang digunakan adalah ladder diagram. Pembuatan program PLC merupakan langkah terakhir setelah menetapkan input dan output PLC. Pada gambar 9 berikut terlihat sebagian program PLC.



Gambar 9. Program PLC

Perancangan Sistem SCADA

SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) adalah suatu sistem yang dapat melakukan pengawasan, pengendalian dan akuisisi data terhadap sebuah *plant*. Software SCADA yang digunakan dalam merancang sistem monitoring crane adalah wonderware intouch pada window maker. Rancangan SCADA pada sistem dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Rancangan SCADA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Rangkaian Motor DC

Pengujian rangkaian penggerak motor DC dilakukan dengan cara mengukur sumber tegangan kumparan relai, mengukur tegangan keluaran dari alamat *output* PLC ketika kondisi *ON* dan kondisi *OFF* dan mengukur tegangan *output* relai yang digunakan untuk menghidupkan dan mematikan motor. Hasil pengujian rangkaian motor DC dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Rangkaian Motor DC

| Sumber tegangan kumparan relai | Output PLC C1M | | | Output kontak NO (Tegangan motor) (VDC) | Keterangan |
|--------------------------------|----------------|------------------|---|---|----------------|
| | Alamat | Kondisi (ON/OFF) | Output (Input rangkaian penggerak motor DC) (VDC) | | |
| 11,5 VDC | 0.00 | ON | 0 | 23,5 | Motor 1 mundur |
| | | OFF | 11,3 | 0 | |
| | 0.01 | ON | 0 | 23,5 | Motor 1 maju |
| | | OFF | 11,3 | 0 | |
| | 0.02 | ON | 0 | 23,5 | Motor 2 atas |
| | | OFF | 11,3 | 0 | |
| | 0.03 | ON | 0 | 23,5 | Motor 2 bawah |
| | | OFF | 11,3 | 0 | |
| | 0.04 | ON | 0 | 23,5 | Motor 3 jepit |
| | | OFF | 11,3 | 0 | |
| | 0.05 | ON | 0 | 23,5 | Motor 3 buka |
| | | OFF | 11,3 | 0 | |

Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

Pengujian rangkaian pengkondisi sinyal dilakukan dengan cara menetapkan berat benda dari 0 gram, 100 gram, 200 gram, 300 gram dan 400 gram, lalu mengukur sumber tegangan IC1 dan IC2 (IC LM358), mengukur tegangan *input* penguat tak membalik IC1A (Vin+) sebagai tegangan *input* referensi, mengukur tegangan *input* IC2A (Vin+) sebagai tegangan *input* referensi pengurang tegangan, mengukur tegangan *output* penguat tak membalik IC1A (Vout) sebagai tegangan *input* ke pengurang tegangan dan mengukur tegangan *output* IC2B (Vout) sebagai tegangan *output* pengurang tegangan. Hasil

pengujian rangkaian pengkondisi sinyal dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Rangkaian Pengkondisi Sinyal

| Berat Benda (Gram) | IC LM358 | | | | | | | |
|--------------------|------------|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|----------|-----------|
| | IC1A | | IC1B | | IC2A | | IC2B | |
| | Input Vin+ | Output Vin- | Output V1 | Output V4 | Input Vin- | Output V5 | Input V2 | Output V3 |
| 0 | 0 | 5 | 5 | | | 3,48 | 4 | 0,07 |
| 100 | 0,3 | 5,48 | 5,48 | | | 3,74 | 4,54 | 0,98 |
| 200 | 0,8 | 5,84 | 5,84 | 5 | 5 | 3,84 | 4,72 | 1,42 |
| 300 | 2 | 7,68 | 7,68 | | | 5,28 | 5,98 | 5,5 |
| 400 | 5,3 | 10,4 | 10,4 | | | 7,2 | 7,86 | 10,6 |

Pengujian Program Sensor Berat Melalui Sinyal Input Analog PLC

Pengujian program sensor berat (timbangan) melalui sinyal *input* analog PLC dilakukan untuk melihat apakah sensor berat dapat bekerja secara otomatis dengan melihat hasil dari *scaling* hexadesimal ke BCD ketika program dalam kondisi *work online* seperti terlihat pada tabel 7.

Tabel 7. Pengujian Program Sensor Berat Melalui Input Analog PLC

| Berat benda (Gram) | Modul input analog PLC | | Set point (BCD) |
|--------------------|------------------------|----------------------------|-----------------|
| | Sensor Berat | | |
| | Tegangan (VDC) | Scaling Hexadesimal ke BCD | |
| 0 | 0,07 | 0 | 400 |
| 100 | 0,98 | 56 | |
| 200 | 1,42 | 87 | |
| 300 | 5,5 | 202 | |
| 400 | 10,6 | 403 | |

Pengujian Sistem SCADA

Pengujian sistem SCADA dilakukan untuk melihat apakah proses kerja crane dapat termonitor di layar komputer. Data hasil pengujian program SCADA secara kendali otomatis dapat dilihat pada tabel 8 sedangkan sistem kendali manual dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 8. Hasil Pengujian Sistem Kendali Otomatis SCADA

| Input PLC | | Input SCADA | | Output PLC | | Output SCADA | |
|-----------|---------|-------------|--------|------------|---------|--------------|--------|
| Alamat | kondisi | Tagname | status | Alamat | kondisi | tagname | status |
| 1.02 | on | % CIO 1.02 | kuning | 0.01 | on | % CIO 0.01 | hijau |
| | off | | merah | | off | | merah |
| 1.03 | on | % CIO 1.03 | kuning | 0.02 | on | % CIO 0.02 | hijau |
| | off | | merah | | off | | merah |
| 1.04 | on | % CIO 1.04 | kuning | 0.03 | on | % CIO 0.03 | hijau |
| | off | | merah | | off | | merah |
| 1.05 | on | % CIO 1.05 | kuning | 0.04 | on | % CIO 0.04 | hijau |
| | off | | merah | | off | | merah |
| 1.08 | on | % CIO 1.08 | kuning | 0.05 | on | % CIO 0.05 | hijau |
| | off | | merah | | off | | merah |
| 1.09 | on | % CIO 1.09 | kuning | 0.06 | on | % CIO 0.06 | hijau |
| | off | | merah | | off | | merah |
| 1.10 | on | % CIO 1.10 | kuning | | | | |
| | off | | merah | | | | |
| 1.11 | on | % CIO 1.11 | kuning | | | | |
| | off | | merah | | | | |
| 1.12 | on | % CIO 1.12 | kuning | | | | |
| | off | | merah | | | | |
| 1.13 | on | % CIO 1.13 | kuning | | | | |
| | off | | merah | | | | |

Tabel 9. Hasil Pengujian Sistem Kendali Manual SCADA

| SCADA | | | | | Output PLC | | | | | | |
|--------|--------|----------|--------|--------|------------|---------|------|---------|------|---------|------|
| On/Off | Button | Status | On/Off | Button | Status | Motor 1 | | Motor 2 | | Motor 3 | |
| | | | | | | 0.01 | 0.02 | 0.03 | 0.04 | 0.05 | 0.06 |
| Manual | klik | M1_naik | klik | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | M1_turun | klik | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | | |
| | | M2_kanan | klik | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | M2_kiri | klik | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| | | M3_tutup | klik | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| stop | klik | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

KESIMPULAN

1. Programmable Logic Controller (PLC) yang digunakan sebagai pengendali crane otomatis dapat memindahkan benda berdasarkan berat yaitu 100 gram ke kotak tujuan A, 200 gram ke kotak tujuan B dan 300 gram ke kotak tujuan C.
2. Sinyal yang digunakan sebagai masukan PLC Omron CJ1M sebanyak 12 buah input digital yaitu terdiri dari 3 buah push button, 9 buah limit switch dan 1 buah input analog yaitu sensor flexiforce sedangkan keluaran yang dikendalikan oleh PLC sebanyak 6 buah output digital

yaitu berupa relay. Relay ini digunakan untuk menggerakkan motor DC pada crane.

3. Sensor berat berupa flexiforce dapat menimbang berat benda dari 0 gram sampai 300 gram dengan keluaran tegangan yang dihasilkan sebesar 0,07 volt sampai dengan tegangan 5,5 volt dan sinyal tegangan keluaran sensor terbaca oleh modul input analog PLC dengan konversi data 0 sampai 1770 hexadesimal.
4. Program SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) dapat memonitor jalannya proses kerja crane secara otomatis melalui layar komputer dan juga dapat mengendalikan crane secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

Handy Wicaksono., Scada Software dengan Wonderware InTouch., Graha Ilmu, Yogyakarta, 2012

Mehta, V.K., *Principles of Electrical Machines*, S.Chand & Company Ltd, New Delhi, 2002.

Omron, Operation Manual Sysmac CJ series, Programmable Controller, Edisi Revisi, Januari 2003.

Omron, Operation Manual Sysmac CJ series, DeviceNet Units, Edisi Revisi, Januari 2003.

Webb, John W., *Programmable Logic Controllers Principles and Application*. 3rd Edition. Prentice Hall Education, Career and Technology, New Jersey.1994.