

# PERANCANGAN PROGRAM TRAINER OTOMASI SEBAGAI MODUL PEMBELAJARAN MATA KULIAH OTOMASI INDUSTRI

**Aji Rahmad Nugroho; Ratnanto Fitriadi**

**Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta**

## **Abstrak**

Dalam dunia industri sebagian besar pekerjaan bersifat fisik yang berat dan berbahaya atau pekerjaan-pekerjaan yang membosankan digantikan oleh mesin atau robot, hal ini tentunya akan mengurangi jumlah tenaga kerja. Disamping itu dengan sistem otomasi sangat memungkinkan suatu kegiatan produksi dilakukan secara masal dalam waktu yang relatif singkat. Maka dari itu Program Studi Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta menyediakan mata kuliah Otomasi Industri untuk menjembatani mahasiswa mempelajari sistem otomasi industri, namun, berdasarkan hasil pengamatan awal, dapat disimpulkan bahwa proses belajar mengajar kekurangan alat untuk menampilkan hasil pemrograman secara visual. Untuk itu, penelitian ini dilakukan guna merancang dan membuat trainer kit sistem PLC dan pneumatik beserta programnya sebagai media untuk menampilkan kesalahan program secara visual. Pada proses perancangan alat trainer otomasi industri dilakukan dengan cara *benchmarking*. Hasil penelitian menyatakan bahwa alat trainer otomasi dapat menjawab kekurangan proses kegiatan belajar mengajar mata kuliah otomasi industri mengenai mahasiswa tidak mengetahui kesalahan dalam pemrograman PLC dan pneumatik karena tidak adanya alat untuk menampilkan kesalahan program secara visual.

**Kata Kunci:** Sistem kontrol, PLC, pneumatic

## **Abstract**

In the industrial world most of the work is physically heavy and dangerous or boring jobs are replaced by machines or robots, this will certainly reduce the amount of labor. Besides, with automation system is very possible a production activity carried out massively in a relatively short time. Therefore, the Industrial Engineering Program of Muhammadiyah University of Surakarta provides Industrial Automation course to bridge the students to study industrial automation system. However, based on the initial observation, it can be concluded that the teaching and learning process lacked the tools to display the programming result visually. Therefore, this research is done to design and make trainer kit of PLC and pneumatic system and its program as media to display program error visually. In the process of designing industrial automation trainer tool is done by benchmarking. The results stated that the automated trainer tool can answer the lack of teaching and learning process of industrial automation course about students not knowing the mistake in PLC and pneumatic programming because there is no tool to display program error visually.

**Keywords:** Control system, PLC, pneumatic

## **1. PENDAHULUAN**

Teknik Industri berakar kuat dari revolusi industri, awal perubahan yang paling mencolok adalah ketika diketemukannya mesin uap oleh James Watt yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi, sehingga manusia tidak lagi bergantung pada energi otot dalam melakukan proses produksi. Secara historis perkembangan Teknik Industri berasal dari disiplin Ilmu Teknik Mesin sehingga erat kaitannya dengan proses manufaktur dalam transformasi fisik. Disiplin ilmu Teknik Industri telah banyak mengalami perkembangan dalam beberapa dekade terakhir ini. Meskipun demikian, standar kompetensi wajib bagi lulusan Teknik Industri adalah mengetahui proses manufaktur, mampu merancang stasiun kerja untuk mendapatkan tingkat produktifitas tinggi yang dapat mencapai target produksi.

Guna memenuhi standar kompetensi tersebut, Jurusan Teknik Industri Universitas Muhammadiyah Surakarta (UMS) memunculkan mata kuliah otomasi industri yang merupakan mata kuliah wajib sebagai syarat untuk menyelesaikan studi strata S1 bagi mahasiswa Jurusan Teknik Industri UMS. Mengacu pada kurikulum Teknik Industri UMS 2014/2015 mata kuliah otomasi industri dimaksudkan agar mahasiswa dapat mengetahui dasar-dasar listrik, sistem pembangkit dan distribusi, rangkaian dan komponen elektronika dasar, konsep otomasi, serta menekankan pada sistem kontrol atau pengendali di industri menggunakan sistem pneumatik dan progamable logic control (PLC) sebagai kendali.

Pada pelaksanaannya, mata kuliah otomasi industri sudah berjalan cukup baik, namun belum ditunjang dengan adanya alat untuk menampilkan hasil program yang telah dibuat oleh mahasiswa secara visual, sehingga kerap kali mahasiswa tidak mengerti akan kesalahan program yang telah dibuat. Maka diperlukan peralatan agar mahasiswa dapat melihat hasil program secara visual, sehingga mahasiswa lebih mudah memahami kesalahan-kesalahan dalam pemrograman. Peralatan yang sudah ada saat ini diantaranya adalah trainer PLC, dan kit trainer pneumatic belum cukup untuk menampilkan kesalahan pemrograman secara visual. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat trainer otomasi industri beserta modul pemrogramannya, sebagai media pendukung pada mata kuliah otomasi industri untuk menampilkan hasil program secara visual, sehingga dapat memberikan pemahaman lebih kepada mahasiswa mengenai sistem PLC dan pneumatik.

## **2. METODE**

Mengacu pada kurikulum Teknik Industri UMS 2014/2015 mata kuliah otomasi industri dimaksudkan agar mahasiswa dapat mengetahui dasar-dasar listrik, sistem pembangkit dan distribusi, rangkaian dan komponen elektronika dasar, konsep otomasi, serta menekankan pada sistem kontrol atau pengendali di industri menggunakan sistem pneumatik dan progamable logic control (PLC)

sebagai kendali. Dari studi pendahuluan yang dilakukan, diperlukan peralatan agar mahasiswa dapat melihat hasil program secara visual, sehingga mahasiswa lebih mudah memahami kesalahan-kesalahan dalam pemrograman. Peralatan yang sudah ada saat ini diantaranya adalah trainer PLC, dan kit trainer pneumatic belum cukup untuk menampilkan kesalahan pemrograman secara visual. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat trainer otomasi industri beserta modul pemrogramannya, sebagai media pendukung pada mata kuliah otomasi industri untuk menampilkan hasil program secara visual, sehingga dapat memberikan pemahaman lebih kepada mahasiswa mengenai sistem PLC dan pneumatik.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah tersebut dapat dirumuskan masalah yaitu bagaimana merancang dan membuat trainer kit sistem PLC dan pneumatik beserta modul modul pemrogramannya. Penelitian dilakukan secara bertahap, dengan tahapan sebagai berikut:

### **2.1 Studi Pendahuluan**

Merupakan langkah awal yang digunakan sebagai acuan merumuskan masalah. Studi pendahuluan dibagi menjadi dua bentuk yaitu studi literatur dan studi lapangan. Pada studi literatur dilakukan dengan berkunjung pada *website* perusahaan dan melihat video sistem otomasi yang ada di industri. Kegiatan studi lapangan dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada asisten otomasi industri 2016 dan 2017 meliputi penggunaan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran matakuliah otomasi industri Program Studi Teknik Industri UMS.

### **2.2 Desain Alat**

Berdasarkan analisa dari studi pendahuluan tahap selanjutnya adalah menyusun desain kerangka alat trainer otomasi industri dengan melakukan *banchmarking* pada alat yang sudah ada. *Benchmarking* dilakukan dengan membandingkan komponen dan prinsip kerja produk sejenis, kemudian menentukan komponen yang ingin diadopsi. Beberapa sumber yang diadopsi yaitu: (1) Trainer kit PLC LG Glofa dan trainer kit pneumatik yang sudah ada di Laboratorium Teknik Industri UMS. (2) Peralatan trainer PLC maupun otomasi industri yang dimiliki oleh universitas lain. Kegiatan ini dilakukan dengan melihat video dari website universitas lain. (3) Sistem otomasi perusahaan yang menggunakan PLC dan pneumatik dalam proses produksinya. Kegiatan ini juga dilakukan dengan melihat video dari website.

Setelah dilakukan *banchmarking* pada sumber terkait, selanjutnya dilakukan perancangan konsep dan desain alat. Pada perancangan desain alat, didapatkan sistem kontrol PLC dan pneumatik yang menggambarkan proses produksi di dunia industri, diantaranya: proses pemindahan barang (*material handling*), proses pemilihan bahan (proses *sorting*), dan proses *packaging* (mewakili proses *assembly*).

### **2.3 Pembuatan Alat Dan Program**

Pada tahap alat dilakukan untuk merealisasikan desain yang telah dibuat dalam bentuk nyata dan sesungguhnya. Dilanjutkan dengan pembuatan program agar alat dapat bekerja sesuai dengan skematis yang telah dibuat. Adapun tahapan dalam pembuatan alat dan program adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan Alat

Berdasarkan perancangan konsep dan desain alat, pembuatan alat dilakukan dimulai dengan pemesanan komponen, dilanjutkan dengan pembuatan hardware, kemudian dilanjutkan instalasi kabel. Pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Teknik Industri, dan Studio Industri Kreatif Teknik Industri UMS.

2. Pembuatan Program

Pembuatan program dilakukan dengan menggunakan software GMWIN 4.0 dan dilakukan secara bertahap dengan membuat program dari setiap unit terlebih dahulu, kemudian menggabungkannya menjadi program utuh untuk mengoperasikan alat trainer otomasi secara keseluruhan.

## **2.4 Uji Coba Alat dan Program**

Pada tahap uji coba program dan alat dilakukan untuk mengetahui fungsi alat dan program yang dibuat sudah berfungsi sebagaimana mestinya, uji coba ini juga berfungsi untuk mengetahui apakah alat ini dapat menampilkan kesalahan program dalam bentuk visual. Untuk itu pada uji coba program alat dan program dilakukan melalui beberapa tahapan, diantaranya adalah:

1. Uji Coba Alat dan Program Dari Setiap Unit Kerja

Pada tahap ini peneliti melakukan uji program yang telah dibuat untuk memastikan program sudah sesuai dan alat dapat berkerja sesuai skematis yang ditetapkan, tahap ini sekaligus menguji fungsi alat dari setiap unit kerja, yaitu: unit material handling, unit sorting, dan unit packing.

2. Uji Coba Alat dan Program Gabungan

Setelah dilakukan uji coba alat dan program pada setiap unit kerja, selanjutnya peneliti melakukan pengujian program gabungan untuk memastikan fungsi alat secara keseluruhan dapat bekerja sesuai skematis yang telah ditetapkan.

3. Uji coba menampilkan kesalahan program dalam bentuk visual

Pada uji coba menampilkan kesalahan program dalam bentuk visual dilakukan dengan menggunakan program yang telah dibuat oleh asisten otomasi industri 2017 untuk kemudian dilakukan analisis lebih lanjut.

4. Uji kesesuaian alat terhadap keinginan pengguna

Uji kesesuaian alat terhadap pengguna guna mengetahui kesesuaian alat terhadap keinginan pengguna, yaitu bagaimana alat trainer otomasi berbasis sistem PLC dan pneumatik dapat menampilkan kesalahan program secara visual.

## **2.5 Analisis**

Analisis dilakukan untuk menguji manfaat alat trainer otomasi industri sebagai sarana visualisasi program pada mata kuliah otomasi industri sebagai media pembelajaran dalam mata kuliah otomasi industri Program Studi Teknik Industri UMS.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1 Studi Pendahuluan**

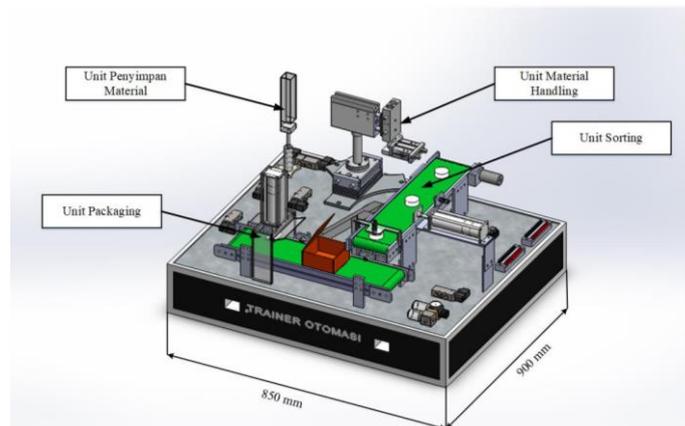
Dari studi pendahuluan yang telah dilakukan didapatkan bahwa diharapkan ada sebuah pengembangan yang dilakukan guna menunjang proses belajar mengajar, responden menginginkan sebuah alat trainer yang berisi komponen pneumatik, aktuator, sensor, serta sistem kontrol PLC untuk menunjang kegiatan pembelajaran pada mata kuliah otomasi industri Jurusan Teknik Industri UMS.

### **3.2 Desain Alat**

Konsep alat yang akan dibuat setelah benchmarking yang telah dilakukan dengan mengamati video alat otomasi industri dengan sistem kontrol PLC dan pneumatik didapatkan rancangan alat yang menggambarkan proses produksi di dunia industri diantaranya : proses pemindahan barang (mewakili pemindahan material line 1 ke line 2), proses penyortiran (mewakili dari proses produksi pada bagian pengendalian kualitas produk) dan Proses packaging (mewakili proses produksi dalam assembling). Proses produksi yang ada dalam dunia industri ini akan disederhanakan menjadi sebuah alat skala laboratorium dalam bentuk trainer otomasi industri. Maka konsep alat trainer otomasi industri yang akan dibuat mewakili proses Pemindahan barang, Proses penyortiran, Proses Packaging.

Bedasarkan perancangan konsep alat yang ada di atas, dibuatlah sebuah perancangan desain untuk mengakomodir adanya proses pemindahan barang, proses penyortiran, proses packaging. Desain trainer kit ini dibuat untuk dapat memindahkan material berbentuk silinder tipis ke atas konveyor kemudian akan disortir menggunakan sensor untuk mengetahui material itu berbentuk logam atau non logam apabila berbentuk logam akan disortir keluar konveyor dan jika produk terdeteksi non logam maka produk akan di bawa menuju proses packaging selanjutnya pada proses packaging, diatas konveyor sudah terdapat sebuah boks untuk satu boks memuat 3 produk, sebelum masuk boks, produk akan di hitung menggunakan sensor photosensor, jika produk sudah berjumlah 3 maka konveyor akan jalan membawa produk kemudian boks akan di tutup menggunakan aktuator dengan cara di pres bagian atas boks. Berikut proses perancangan alat trainer otomasi industri sebagai media pembelajaran mata kuliah otomasi industri yang diwujudkan dalam bentuk 3D menggunakan software

CAD Solid Work. Gambar 4.6 Merupakan wujud desain prototype alat trainer otomasi industri sebagai media pembelajaran mata kuliah Otomasi Industri. Dimensi total dari prototype adalah 950mm x 850mm x 150mm. Prototype terdiri dari empat bagian yaitu : Unit penyimpan material , unit material handling, unit sortir, unit packaging.



Gambar 1. Desain Prototype Alat Trainer Otomasi

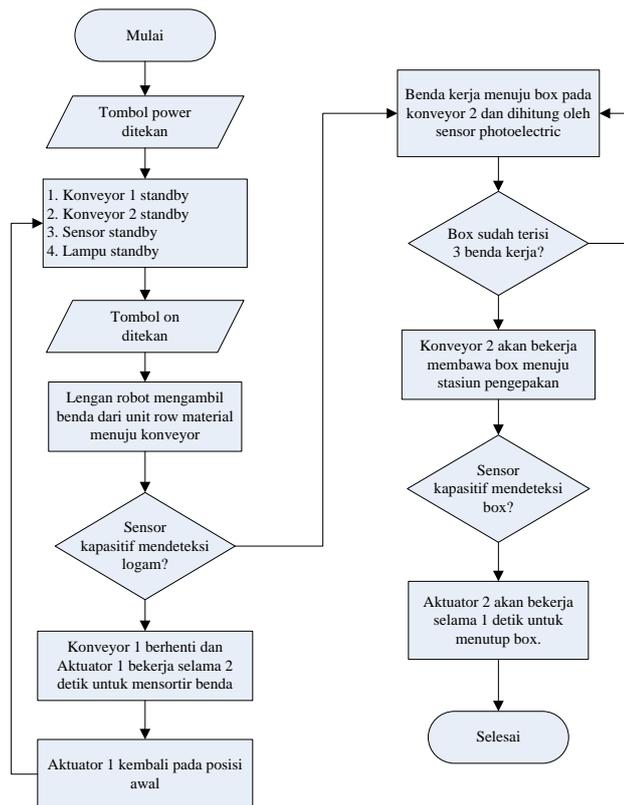
### 3.3 Pembuatan Alat dan Program

#### 1. Pembuatan Alat

Bedasarkan perancangan konsep dan perancangan desain di atas, maka peneliti merealisasikan alat trainer otomasi industri sebagai media pembelajaran mata kuliah Otomasi Industri, pembuatan produk baru dilakukan di Laboratorium Teknik Industri Program Studi Teknik Industri UMS, pemilihan tempat di Laboratorium karena peralatan untuk menunjang pembuatan produk sudah lengkap.

#### 2. Pembuatan Program

Setelah alat selesai buat, dan semua komponen selesai dirakit. Selanjutnya dibuat program dengan menggunakan *software* GMWIN 4.0. program yang dibuat adalah program PLC berjenis *ladder diagram* atau diagram tangga. Dalam pembuatan program haruslah jelas diagram aliran skuensial pemrograman, berikut merupakan diagram aliran skuensial pemrograman.



Gambar 2. Diagram Aliran Skuensial Pemrograman

### 3.4 Uji Coba Program

Uji coba alat dilakukan berdasarkan berdasarkan kesesuaian gerakan alat terhadap diagram aliran proses yang telah dibuat sebelumnya. Tahap ini dilakukan dengan mengamati kesesuaian gerakan alat dengan diagram aliran proses yang telah dibuat. Pada pengujian ini dimulai dengan upload program dari PC ke PLC menggunakan kabel data RS232. Setelah program diupload kemudian dilanjutkan dengan memasang kabel dari *input/output* PLC dengan alat. Selanjutnya memberikan suplay berupa udara bertekanan pada sistem pneumatik sebesar 6 bar. Setelah semua kabel dipasang, dan suplai udara bertekanan diberikan, kemudian menyalakan tombol power pada alat dan tombol power pada PLC.

Berdasarkan uji coba program yang telah dilakukan dapat disimpulkan, secara keseluruhan alat berjalan sesuai skensial yang telah dibuat. Sehingga dapat disimpulkan bahwa program yang dibuat sudah benar dan dapat digunakan.

### 3.5 Uji Coba Kesalahan Program

Pada tahap ini dilakukan studi kasus dengan memasukan program salah yang dibuat oleh responden sebagai contoh uji coba program salah untuk menampilkan kesalahan program kedalam bentuk visual, untuk kemudian diamati pergerakan dari alat dengan program yang salah. Sehingga dapat lebih mudah dalam menganalisis letak program yang salah. Tahap pengujian ini sama dengan tahap uji coba program.

Berdasarkan analisis hasil pengamatan pada uji kesalahan program proses gabungan, dapat disimpulkan bahwa alat trainer otomasi industri mampu menampilkan kesalahan program dalam bentuk visual. sehingga dapat digunakan untuk mempermudah dalam menganalisis kesalahan pemrograman, dan juga untuk memperbaiki kesalahan pemrograman.

### **3.6 Uji Kesesuaian Alat Terhadap Keinginan Pengguna**

Uji kesesuaian alat terhadap keinginan pengguna bertujuan untuk mengetahui tingkat kesesuaian alat trainer otomasi industri terhadap keinginan pengguna dengan mahasiswa teknik industri UMS angkatan 2015 sebagai sampelnya. Tahap ini dilakukan dengan mengumpulkan 15 responden, kemudian menjelaskan cara kerja alat trainer otomasi industri beserta fungsinya. Kemudian responden diminta untuk mengisi kuesioner yang telah disiapkan.

Berdasarkan hasil rekapitulasi kuesioner, dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat trainer otomasi dapat digunakan sebagai media untuk menampilkan kesalahan program ke dalam bentuk visual sehingga kesalahan dalam pemrograman PLC dan pneumatik menjadi lebih mudah untuk dipelajari. sehingga dengan adanya alat trainer otomasi industri ini dapat menjawab kekurangan proses kegiatan belajar mengajar mata kuliah otomasi industri mengenai mahasiswa tidak mengetahui kesalahan dalam pemrograman PLC dan pneumatik karena tidak adanya alat untuk menampilkan kesalahan program secara langsung.

## **4. PENUTUP**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada proses perancangan alat trainer otomasi industri dilakukan dengan cara *banchmark* yaitu: dengan menanyakan kepada pengguna dengan kuesioner tentang bagaimana alat yang dibutuhkan, kemudian mencari referensi dari jurnal, dan melihat proses produksi dengan sistem otomasi pada perusahaan dengan mengunjungi situs web perusahaan. Sehingga dihasilkan rancangan yang sesuai dengan kebutuhan Laboratorium Otomasi Industri.
2. Dari hasil rancangan didapatkan konsep alat yang menggambarkan proses produksi pada industri berbasis otomasi, dengan tiga unit kerja utama, yaitu: proses *material handling*, proses *sorting*, dan proses *assembly* (yang diwakili oleh proses *packaging*).
3. Pada pembuatan alat dilakukan dengan cara merakit komponen yang sudah dibeli. Dimana unit *material handling* terdiri dari dua buah *double piston cylinder*, satu buah silinder rotari, satu buah *air gripper*, dan 4 buah sensor reedwitch. Unit material handling dan sorting terdiri dari 1 buah konveyor, satu buah sensor *proximity*, satu buah sensor *photoelectric*, satu buah *single acting cylinder*, dan satu buah pulse width modulation (PWM).
4. Suapaya trainer otomasi industri dapat digunakan secara mandiri oleh mahasiswa, maka harus jelas modul pemrograman untuk alat tersebut.

5. Untuk memastikan modul pemrograman dan alat yang dibuat sudah sesuai dengan keinginan pengguna dilakukan beberapa tahap uji coba, yaitu:
- Uji coba program trainer otomasi per unit kerja dengan hasil alat dapat bekerja sesuai dengan skensial yang telah dibuat. Sehingga dapat disimpulkan uji coba trainer otomasi per unit kerja, program yang dibuat sudah benar dan sistem dapat berjalan dengan baik.
  - Uji coba program gabungan dilakun untuk mengamati fungsi kerja alat secara keseluruhan menggunakan program yang telah dibuat. Dari uji coba program gabungan diketahui alat dapat bekerja sesuai skensial yang telah dibuat. Sehingga dari uji coba program gabungan dapat disimpulkan bahwa, program yang dibuat sudah benar, dan sistem dapat berjalan dengan baik sesuai skensial yang dibuat.
  - Uji coba kesalahan program dilakukan dengan memasukan program salah yang dibuat oleh asisten otomasi. Selanjutnya dilakukan analisis. Dari uji coba kesalahan program dapat diketahui alat dapat menampilkan kesalahan program melalui gerakan alat yang salah. Sehingga dapat disimpulkan bahwa trainer otomasi dapat menampilkan kesalahan program secara visual.
  - Uji coba kesesuaian alat dengan pengguna dilakukan dengan menyebar kuesioner pada responden. Dari hasil rekapitulasi data kuesioner dapat disimpulkan bahwa alat trainer otomasi dapat menjawab kekurangan proses kegiatan belajar mengajar mata kuliah otomasi industri mengenai mahasiswa tidak mengetahui kesalahan dalam pemrograman PLC dan pneumatik karena tidak adanya alat untuk menampilkan kesalahan program secara visual.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Bolton, William. 2004. *Progammable Logic Controller (PLC) sebuah pengantar edisi ketiga*. Jakarta : Erlangga.
- Imanuddin, Muhammad. 2016. "Rancang Bangun Trainer Alat Penyortir Barang Logam dan Non Logam Sebagai Media Pembelajaran Pada Mata Kuliah Dasar Sistem Kontrol". *Skripsi*. Semarang: Fakultas Teknik, Universitas Negri Semarang.
- Kurniawan, Riccy. 2008. "Rekayasa Rancang Bangun Sistem Pemindahan Material Otomatis Dengan Sistem Elektro-pneumatik". *Jurnal Ilmiah teknik Mesin CAKRAM* Vol. 2 No.1
- Nugroho, G dan Mahardika, M. 2014. *MEKATRONIKA*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Pertruzella, Frank D. 2001. *Elektronik Industri*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Putra, Afgianto E. 2004. *PLC Konsep, Pemrograman dan Aplikasi (Omron CPM1A/CPM2A dan ZEN Programable Relay)*. Gaya Media : Yogyakarta.
- Said, Hanif. 2012. *Aplikasi Programable Logic Controller (PLC) dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Schey, John A. 2000. *Proses Manufaktur Introduction To Manufacturing Processes*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta : Bandung.

Wahyuningsih, Atika. 2015. "Sistem Pengepakan Produk Dengan Kendali PLC Simens 27-300".  
*Skripsi*. Yokyakarta : Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma.