

RANCANGAN SISTEM PENANGANAN LORI OTOMATIS BERBASIS PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER

Ahmad Mahfud

ABSTRAK

Teknologi pengolahan minyak kelapa sawit terus berkembang, seiring dengan kebutuhan industri akan kemajuan metode dan teknologi dalam pengolahan minyak kelapa sawit. Kecepatan dan ketepatan respon kerja dari alat juga sangat dibutuhkan. Kesalahan ataupun keterlambatan penanganan lori yang membawa Tandan Buah Segar Kelapa Sawit untuk diolah, akan sangat mengganggu bahkan dapat menghambat produksi Crude Palm Oil dan Palm Kernel.

Penanganan lori secara otomatis sangat dibutuhkan untuk mempertahankan prestasi kerja yang cepat, tepat dan akurat. Pemanfaatan Programmable Logic Controller diharapkan mampu mewujudkan sistem penanganan lori yang lebih baik. Dalam penelitian ini, digunakan PLC CPM 1A dalam merancang sistem penanganan pergerakan (supply) lori mulai dari Loading Ramp hingga Tipper.

Penggunaan software simulator Logix Pro digunakan untuk membantu mempermudah dalam membentuk sebuah model pemrograman PLC yang tepat. Rancangan sistem yang telah disusun dalam program diterapkan ke PLC yang sesungguhnya dengan memanfaatkan software CX Program.

Rancangan sistem penanganan lori otomatis dirancang dengan membagi area pergerakan lori menjadi 5 bagian, yaitu area Loading Ramp, area Transfer Carriage menuju Sterilizer, area Sterilizer, area Transfer Carriage menuju Tipper, dan area Tipper. Selanjutnya Program PLC disusun untuk tiap-tiap bagian berdasarkan logika kerja masing-masing area dengan memanfaatkan sejumlah input dan output.

Kata kunci: Lori, PLC CPM 1A, Pabrik kelapa sawit

PENDAHULUAN

Lori (*Cage*) adalah *equipment* utama yang berpengaruh terhadap laju operasional sebuah pabrik kelapa sawit, khususnya yang menggunakan *sterilizer* dengan model *horizontal*. Tanpa adanya *management* lori yang sempurna, maka ketercapaian keberhasilan proses produksi akan sulit didapat. Ada satu rangkaian lori saja yang tidak terkontrol dengan baik maka akan menyebabkan terhambatnya proses selanjutnya.

Sebagai contoh, karena terhambatnya sistem pengiriman lori yang berisi Tandan Buah Segar menuju *transfercarriage* untuk direbus didalam *sterilizer*, maka *sterilizer* akan mengalami keterlambatan perebusan atau bahkan terhenti sementara waktu. Hal ini

disebabkan oleh tidak adanya lori pembawa buah yang diumpangkan ke dalam *sterilizer*. Dengan berhentinya *sterilizer* maka total jam operasional pabrik pada hari itu akan membengkak. Dampak terbesar dari *management* lori yang kurang baik ini akan dirasakan oleh *management* atas perusahaan yaitu kerugian pabrik yang sangat besar karena tingginya upah lembur akibat proses pengolahan yang terasa lambat.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dibuatlah sistem otomatisasi untuk penanganan lori yang berada di pabrik kelapa sawit.

Sistem Kendali

Sistem Kendali secara umum adalah suatu system rangkaian yang digunakan untuk mengendalikan suatu mesin agar bekerja sesuai

dengan yang kita inginkan. Unsur-unsur system kendali secara umum membentuk rangkain terbuka (open loop), dengan diagram berikut :



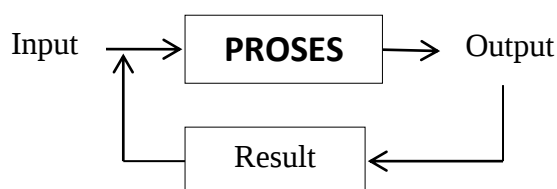
Gambar 1. Open Loop System

Unsur input yang terkandung dalam open loop sistem berfungsi sebagai pemberi isyarat kepada suatu system (proses) untuk melakukan proses pengendalian, dapat berupa tombol tekan, saklar dan lain-lain.

Proses adalah identik dengan kinerja sebuah mesin/peralatan/rangkaian listrik yang digunakan untuk system pengendali.

Dengan adanya input dan proses pasti sitem kendali tersebut akan menghasilkan output. Output dalam system ini dapat berupa kinerja sebuah motor listrik, lampu, alarm, solenoid dan lain-lain.

Akan tetapi seiring berkembangnya teknologi dan pola pikir manusia, system IPO (Input, Proses, Output) mengalami perkembangan menjadi rangkaian tertutup (close loop) yakni dengan diagram sebagai berikut:



Gambar 2. Close Loop System

Berbeda dengan system open loop yang tidak pernah menghiraukan output yang dihasilkan maka berkembanglah system close

loop yang selalu menganalisa output yang dihasilkan.

Close loop system bekerja dengan adanya suatu acuan/patokan output. Close loop system akan selalu menganalisa outputnya, apakah sudah sesuai dengan patokan atau tidak. Jika ternyata output tidak sesuai dengan patokan, maka system kendali akan memproses kembali outputnya.

Programmable Logic Controller

Sebelum munculnya sistem kendali PLC, masyarakat menggunakan sistem otomasi pengendalian menggunakan relai elektromagnetik. Ditinggalkannya system relai elektromagnetik dikarenakan :

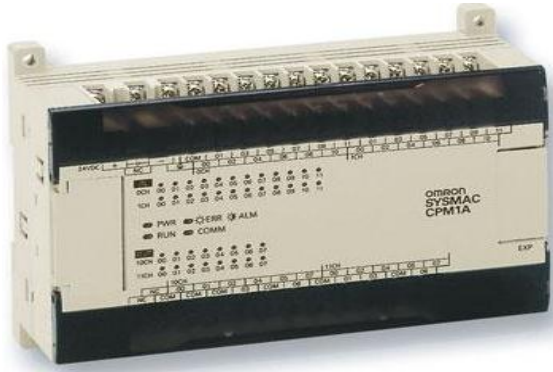
- Terlalu pengawatan panel
- Modifikasi system pengendali sulit dilakukan
- Pelacakan gangguan system kendali sulit dilakukan
- Jika terjadi gangguan, mesin harus diistirahatkan untuk melacak kesalahan system.

Keunggulan system kendali PLC

- Pengawatan system kendali PLC lebih sedikit
- Modifikasi system kendali mudah dilakukan
- Tidak diperlukan komponen pengendali seperti timer dan hanya diperlukan sedikit kontaktor sebagai penghubung peralatan output ke sumber tenaga listrik
- Biaya pembangunan system kendali PLC lebih murah
- System kendali PLC lebih handal

- Program kendali PLC dapat dicetak dengan cepat

Dalam penelitian ini menggunakan PLC yang dikeluarkan oleh OMRON dengan type CPM1A. Tipe ini sudah cukup lama beredar namun sangat memadai dalam proses penelitian yang berskala kecil.



Gambar 3. PLC OMRON CPM1A

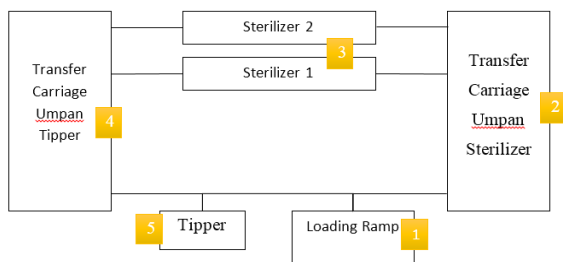
METODE PENELITIAN

Rancangan Sistem Penanganan Lori

Rancangan sistem penanganan lori didasarkan pada logika kerja yang terjadi disetiap bagian yang menggunakan lori.

Dari keseluruhan alur proses yang terdapat pada pabrik kelapa sawit, dibagi menjadi 5 daerah kerja, yaitu:

1. Loading Ramp
2. Transfer carriage menuju Sterilizer
3. Sterilizer
4. Transfer Carriage menuju Tipper
5. Tipper



Gambar 4. Area Kerja Penanganan Lori

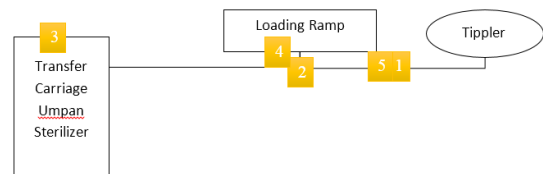
Kelima daerah kerja tersebut adalah merupakan daerah perlintasan lori yang akan dikendalikan secara otomatis dengan menggunakan PLC.

Dari pembagian daerah kerja, berikutnya berdasarkan alur logika kerja tiap-tiap bagian disusun sebuah rancangan logika (algoritma kerja) terkait pergerakan lori.

Rancangan sistem penanganan ini masih berada dalam tahap pembuatan perangkat lunak yang diperlukan oleh PLC hingga tahap simulasi dalam skala laboratorium dengan memanfaatkan input saklar (switch) dan output berupa pilot lamp serta rangkaian motor listrik.

Sistem Penanganan Lori di Loading Ramp

Identifikasi sistem dalam penanganan lori di Loading Ramp didasarkan pada logika kerja penanganan lori yang berlaku di area Loading Ramp.



Gambar 5. Perangkat Input Area Loading Ramp

Perangkat Input :

- PB Start
- PB Stop
- Sensor Lori di Rail Track Loading Ramp (1)
- Sensor Lori di Bawah Pintu Loading Ramp (2)
- Sensor Lori di Rail Track Transfer Carriage (3)

- Sensor Level FFB (4)
- Sensor Mundur Penuh (5)

Output :

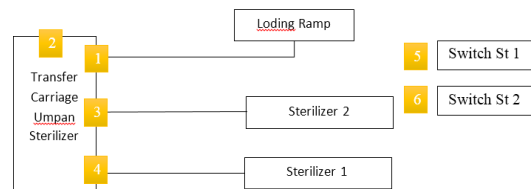
- Indexer Maju
- Indexer Mundur
- Buka pintu Loading Ramp
- Tutup pintu Loading Ramp

Logika Kerja :

- 1) Ketika PB Start ditekan, sensor mundur penuh mendeteksi dan sensor lori di rail track loading ramp mendeteksi adanya lori diatasnya, maka indexer akan maju sampai sensor lori di bawah pintu loading ramp mendeteksi adanya lori dibawahnya.
- 2) Ketika sensor lori di bawah pintu loading ramp sudah mendeteksi adanya lori dibawahnya, maka indexer maju akan berhenti dan berganti menjadi indexer mundur.
- 3) Kemudian apabila sensor level mendeteksi (1) maka pintu loading ramp akan membuka dan timer akan hidup untuk kemudian memberikan perintah mengisi lori yang kosong.
- 4) Dan apabila sensor level tidak mendeteksi (0) maka pintu tidak akan membuka.
- 5) Setelah pengisian selesai, atau sensor level mendeteksi (1) maka pintu menutup kembali dan pengisian di hentikan.
- 6) Ketika sensor level mendeteksi dan sensor lori di bawah pintu loading ramp masih mendeteksi adanya lori disitu, maka indexer akan maju untuk mengirimkan lori ke transfer carriage sampai sensor lori di rail track transfer carriage mendeteksi ada lori diatasnya, dan begitu seterusnya.

Sistem Penanganan Lori di Transfer Carriage menuju Sterilizer

Rancangan logika kerja dari sistem penanganan lori di Transfer Carriage memanfaatkan beberapa input dan output sebagai berikut.



Gambar 6. Perangkat Input Area Transfer Carriage menuju Sterilizer

Perangkat Input :

- Sensor Loading Ramp (1)
- Sensor Posisi Lori (2)
- Sensor St₁ (3)
- Sensor St₂ (4)
- Switch St₁ (5)
- Switch St₂ (6)

Output :

- Lock
- Unlock
- Indexer Transfer Carriage
- Driver Forward
- Driver Reverse
- Indexer Loading Ramp

Logika Kerja :

- 1) Ketika sensor loading ramp mendeteksi adanya transfer carriage sejajar dengan rail track loading ramp maka pengunci akan lock.
- 2) Ketika sensor loading ramp masih mendeteksi adanya transfer carriage yang sejajar dengan rail tracknya dan pengunci sudah lock maka indexer loading ramp hidup untuk mengirimkan lori ke transfer carriage setelah timer menghitung suatu waktu tertentu.

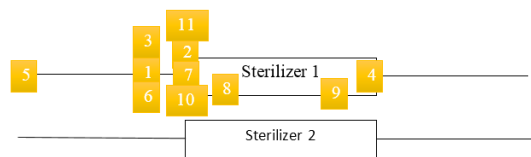
- 3) Ketika sensor loading ramp masih mendeteksi adanya transfer carriage, pengunci masih lock dan sensor posisi lori di transfer carriage hidup maka indexer loading ramp mati.
- 4) Ketika sensor loading ramp mendeteksi keberadaan transfer carriage, pengunci lock, sensor posisi lori mendeteksi adanya lori di transfer carriage, indexer loading ramp sudah mati dan switch st_1 atau st_2 ditekan maka unlock.
- 5) Ketika pengunci unlock, timer akan menghitung sejumlah waktu untuk kemudian menghidupkan driver forward guna mengirimkan transfer carriage ke tujuan (switch st_1 untuk ke sterilizer 1 dan switch st_2 untuk ke sterilizer 2).
- 6) Driver forward akan mati jika sensor st_1 /sensor st_2 mendeteksi adanya transfer carriage yang sejajar dengan rail tracknya dan pengunci akan aktif untuk lock.
- 7) Ketika sensor st_1 /sensor st_2 mendeteksi adanya transfer carriage yang sejajar dengan rail tracknya, sensor posisi lori masih mendeteksi adanya lori di transfer carriage dan pengunci lock maka indexer transfer carriage akan hidup untuk mengirimkan lori ke rail track sterilizer 1/2 setelah timer selesai menghitung.
- 8) Ketika lori sudah berada di rail track sterilizer maka sensor posisi lori akan mati
- 9) Ketika sensor posisi lori mati, sensor st_1 / st_2 masih mendeteksi, indexer transfer carriage mati maka pengunci unlock.
- 10) Seiring dengan unlocknya pengunci, maka timer akan hidup sampai batas waktu tertentu dan akhirnya driver reverse hidup setelah timer selesai menghitung.

- 11) Ketika sensor loading ramp mendeteksi adanya transfer carriage di rail tracknya maka driver reverse akan mati dan pengunci lock.

- 12) Kembali ke step 1 dan begitu seterusnya.

Sistem Penanganan Lori di Sterilizer

Perancangan sistem penanganan lori di Sterilizer ini bertujuan untuk menyiapkan lori yang berisi TBS yang siap untuk direbus serta dengan memanfaatkan status ring pengunci pintu dan posisi keberadaan pintu sterilizer, dimanfaatkan untuk menggerakkan Cantilever serta memasukkan atau mengeluarkan lori ke atau dari Sterilizer.



Gambar 7. Perangkat Input Area Sterilizer

Perangkat Input :

- Sensor Lori di Rail Track Sterilizer 1 (1)
- Sensor Lori di Rail Track Sterilizer 2 (2)
- Sensor Pengunci 1 (3)
- Sensor Transfer Carriage (4)
- Sensor Pengunci 2 (5)
- Sensor Pengunci 3 (6)

Output :

- Transfer Carriage Maju
- Transfer Carriage Mundur
- Lock
- Unlock
- Indexer Transfer Carriage
- First Out
- Second Out

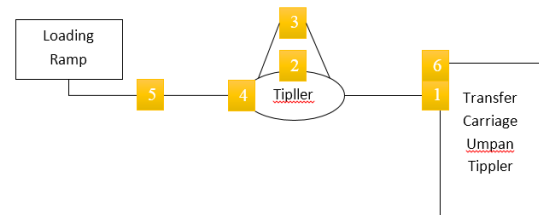
Logika Kerja:

- 1) Ketika sensor ujung sterilizer masih mendeteksi adanya lori di dalam, ketika indicator lampu rebusan selesai menyala, dan ketika sensor tekanan mendeteksi bahwa tekanan sudah 0, maka ring akan membuka sampai sensor ring buka penuh mendeteksi.
- 2) Ketika sensor ring buka penuh sudah mendeteksi, maka pintu rebusan akan membuka sampai sensor pintu buka penuh mendeteksi.
- 3) Ketika sensor pintu buka penuh sudah mendeteksi dan sensor ring buka penuh masih mendeteksi, maka cantilever akan turun sampai sensor turun penuh mendeteksi adanya cantilever.
- 4) Ketika sensor turun penuh mendeteksi, dan sensor mundur penuh mendeteksi adanya indexer di belakang maka motor maju akan aktif sampai sensor ujung sterilizer mendeteksi lagi.
- 5) Ketika sensor ujung sterilizer mendeteksi adanya lori, maka motor maju akan mati dan secara bersamaan akan berubah menjadi motor mundur sampai sensor mundur penuh mendeteksi.
- 6) Ketika sensor mundur penuh sudah mendeteksi maka cantilever akan otomatis naik sampai sensor naik penuh mendeteksi adanya cantilever diatas.
- 7) Ketika sensor cantilever naik penuh mendeteksi maka pintu secara otomatis akan menutup sampai sensor tutup penuh mendeteksi adanya pintu.

- 8) Ketika sensor tutup penuh sudah mendeteksi maka ring akan mengunci sampai sensor ring tutup mendeteksi.
- 9) Dan begitu seterusnya.

Sistem Penanganan Lori di Tipper

Logika rancangan sistem ini dimulai dari deteksi keberadaan lori didepan Tipper hingga proses penuangan dan pengeluaran lori dari Tipper.



Gambar 8. Perangkat Input Area Tipper

Perangkat Input :

- Sensor Lori di Rail Track Loading Ramp (5)
- Sensor Lori di Rail Track Tippler (1)
- Sensor Proxy (2)
- Sensor Lori Pas Tengah (3)
- Sensor Sejajar (4)
- Sensor Mundur Penuh (6)

Output :

- Indexer Forward
- Indexer Reverse
- Menuang Lori

Logika Kerja :

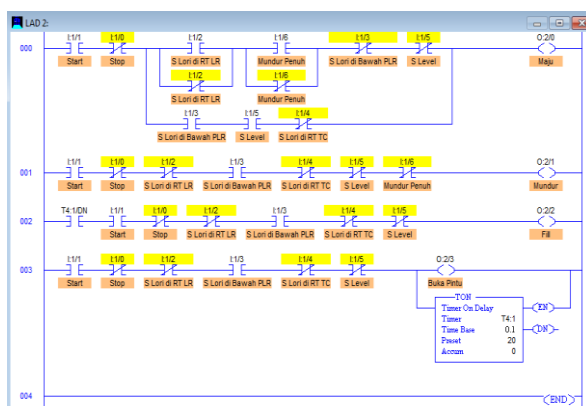
- 1) Ketika sensor lori di rail track tippler mendeteksi adanya lori diatasnya, maka tak ada output yang terjadi karena sensor sejajar belum mendeteksi. Ini berarti bahwa antara rail track tippler, rail track menuju tippler dan rail track loading ramp belum sejajar.

- 2) Setelah sensor sejajar mendeteksi maka indexer forward akan maju.
- 3) Ketika indexer maju masih maju, sedangkan sensor proxy sudah mendeteksi bahwa lori yang dikirim berisi buah, maka indexer maju akan tetap maju sampai sensor pas tengah mendeteksi adanya lori yang berada tepat di tengah-tengah tippler.
- 4) Ketika sensor tengah mendeteksi maka secara otomatis indexer akan reverse sekaligus menuang lori.
- 5) Akan tetapi jika ada lori yang sudah berada di tengah-tengah tippler dan tidak berisi buah maka indexer akan tetap maju sampai sensor lori di rail track loading ramp mendeteksi adanya lori di atasnya.
- 6) Ketika lori yang ditunag sudah tak berisi buah, maka lori itu akan tetap berada di tippler sampai ada lori lain yang mendorong untuk dituang.
- 7) Dan begitu seterusnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

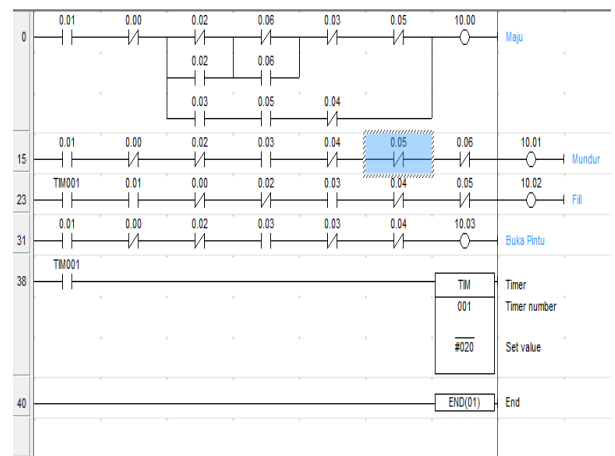
Sistem Penanganan Lori di Loading Ramp

Hasil perancangan sistem dengan menggunakan software simulator Logix Pro, sebelum dikonversi ke CX Program adalah sebagai berikut.



Gambar 9. Ladder Diagram Logix Pro area Loading Ramp

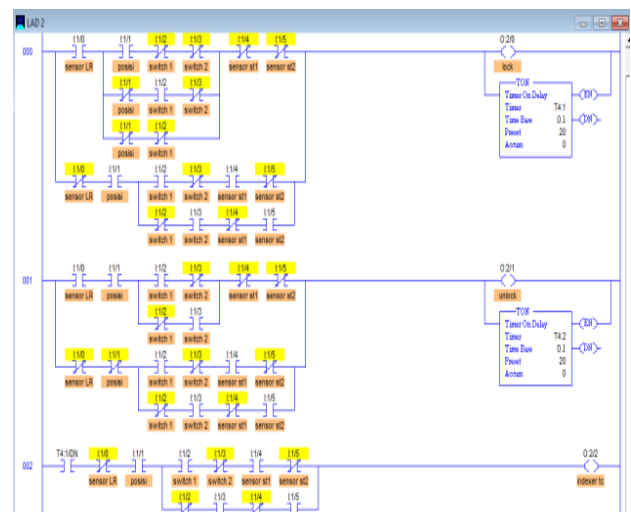
Hasil konversi dalam CX program dan telah diujikan langsung dengan perangkat PLC Omron CPM 1A, adalah sebagai berikut.



Gambar 10. Ladder Diagram CX Program area Loading Ramp

Sistem Penanganan Lori di Transfer Carriage menuju Sterilizer

Simulasi penanganan lori dengan menggunakan software Logix Pro adalah sebagai berikut.



Gambar 11. Ladder Diagram Logix Pro area Transfer Carriage

Salinan program dalam bentuk cpx untuk dioperasikan kedalam PLC Omron telah dibuat dan diujikan, sebagai berikut.

**Gambar 12. Ladder Diagram CX Program
area Transfer Carriage**

Sistem Penanganan Lori di Sterilizer

Hasil simulasi dengan menggunakan simulator Logix Pro adalah sebagai berikut.

Gambar 13. Ladder Diagram Logix Pro area Sterilizer

Hasil konversi kedalam bentuk program CX dan sudah diujikan secara langsung dengan menggunakan PLC Omron, adalah sebagai berikut.

**Gambar 14. Ladder Diagram CX Program
area Sterilizer**

Sistem Penanganan Lori di Tipper

Tampilan hasil simulasi di Logix Pro dapat ditunjukkan pada gambar berikut.

**Gambar 15. Ladder Diagram CX Program
area Tipper**

Software hasil uji coba dengan menggunakan PLC Omron adalah sebagai berikut.

**Gambar 16. Ladder Diagram CX Program
area Tipper**

KESIMPULAN DAN SARAN

Sejalan dengan perkembangan permintaan pasar tentang produk minyak kelapa sawit dan perkembangan teknologi yang diterapkan di pabrik kelapa sawit, menuntut adanya sistem pengendalian peralatan pabrik kelapa sawit

khususnya penanganan pergerakan lori dari satu bagian ke bagian yang lain, yang cepat, akurat dan handal.

Sistem manual sangat rentan dengan variabilitas yang disebabkan oleh faktor kemampuan dan kemauan dari manusia itu sendiri, tentu saja hal ini sangat berdampak terhadap produktifitas.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Programmable Logic Controller dapat digunakan sebagai sarana solusi dalam pengendalian pergerakan lori secara otomatis. Semakin rumit logika kerja suatu sistem akan menuntut pembentukan program yang semakin rumit pula.

Penelitian ini baru diterapkan pada PLC omron dalam skala laboratorium. Guna

pengembangan lebih lanjut sangat dianjurkan untuk ditindaklanjuti dalam pengendalian peralatan-peralatan yang lain didalam pabrik kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton W. 2004. Programmable Logic Controller [PLC] Sebuah Pengantar. Erlangga. Jakarta.
- Wicaksono H. 2009. Programmable Logic Controller: Teori, Pemrograman dan Aplikasinya dalam Otomasi Sistem. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Petruella dan Frank D. 1998. Programmable Logic Controller. Higher Education. Boston.
- Widjanarka N.W. 2006. Teknik Digital. Erlangga. Jakarta