

RANCANG BANGUN KENDALI LAMPU PENERANGAN DI LABORATORIUM KENDALI PRODI LISTRIK DENGAN PLC

**Adi Wasono*, Yusnan Badruzzaman,
Muhammad Muqorrobin, Hery Setijasa, Haris Santoso**

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
Jln. Prof. Soedarto Semarang
*Email: Arusflow2017@gmail.com

Abstract

Electrical energy is often used inefficiently, especially in classrooms and laboratories and workshops. Often the lights stay on even though there is no activity in the room. This research aims to increase the efficiency of the use of electrical energy in the PLC Laboratory of the Electrical Study Program. Increasing the efficiency of the use of electrical energy can be done by controlling the use of lighting lamps in the PLC Laboratory of the Electrical Study Program automatically, i.e. if there is no activity, the lighting will turn off automatically as well as if there are activities the lights will turn on automatically so that the efficiency of the use of electrical energy can be increased. at the same time being a smart space when compared to manual control using the on/off switch. Programmable Logic Controller (PLC) and sensor devices as well as rewiring of lighting installations are applied in controlling the lighting in the Control Lab room.

Keywords: *Electrical Energy; Efficiency, PLC*

Abstrak

Energi listrik sering digunakan secara tidak efisien, terutama di ruang kelas dan laboratorium serta bengkel. Seringkali lampu tetap menyala meskipun tidak ada aktivitas di dalam ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik di Laboratorium PLC Program Studi Elektro. Peningkatan efisiensi penggunaan energi listrik dapat dilakukan dengan mengontrol penggunaan lampu penerangan di Laboratorium PLC Prodi Elektro secara otomatis yaitu jika tidak ada aktivitas maka lampu akan mati secara otomatis begitu juga jika ada aktivitas. lampu akan menyala secara otomatis sehingga efisiensi penggunaan energi listrik dapat meningkat. sekaligus menjadi ruang yang cerdas jika dibandingkan dengan kontrol manual menggunakan sakelar hidup/mati. Programmable Logic Controller (PLC) dan perangkat sensor serta rewiring instalasi lighting diterapkan dalam mengontrol pencahayaan di ruang Control Lab.

Kata Kunci: *Energi listrik; Efisiensi, PLC*

PENDAHULUAN

Penggunaan energi listrik semakin semakin meningkat seiring dengan semakin maju kehidupan masyarakat, namun demikian besarnya penggunaan energi listrik dapat juga disebabkan karena tidak effisiennya pemakaian energi listrik. Pemakaian lampu penerangan, ac dan peralatan listrik lainnya yang berlebihan dan sikap lupa untuk mematikan peralatan listrik yang sudah tidak digunakan menjadi penyebab utama

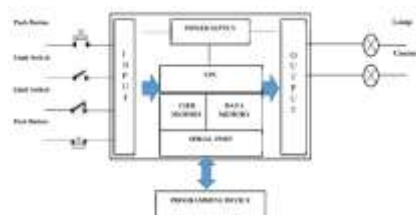
borosnya pemakaian energi listrik. Ruang Labaratorium PLC merupakan ruang untuk proses belajar mengajar dan juga digunakan untuk mahasiswa mengerjakan tugas akhir, sehingga ruang ini sangat padat dengan aktifitas. Sejalan dengan padatnya aktifitas di ruang ini, ada ketidakeffisienan pemakaian energi listrik. Pengguna ruang sering lupa mematikan lampu penerangan saat selesai dan juga bagian ruang yg tidak digunakan mendapat penerangan yang tidak seharusnya.

Efisiensi energi listrik adalah usaha yang dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi jumlah energi listrik yang dibutuhkan, namun tetap mendapatkan hasil yang sama dalam menggunakan sebuah peralatan atau sistem yang berhubungan dengan energi listrik.

Efisiensi energi listrik dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi kendali listrik otomatis dengan berbasis PLC. Sensor yang mendeteksi kehadiran pengguna ruang akan dipasang di ruang laboratorium kendali sebagai sinyal masukkan ke PLC yang selanjutnya akan diolah secara digital dan hasilnya akan dikeluarkan sinyal output pada modul input sesuai dengan program yang ada di PLC.

Programmable Logic Controller(PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah perangkat elektronik yang yang dirancang untuk dapat beroperasi secara digital dengan menggunakan memori sebagai media penyimpanan instruksi instruksi untuk menjalankan fungsi fungsi logika, seperti fungsi pencacah, fungsi urutan proses(sekuensial, fungsi pewaktu, fungsi aritmetik dan fungsi lainnya dengan cara memprogramnya untuk mengendalikan suatu mesin atau suatu sistem kendali. PLC akan menerima sinyal input digital maupun analog melalui modul input dan memproses secara digital yang selanjutnya akan mengeluarkan hasil proses berdasarkan program yang ada, kedunia luar melalui modul output analog maupun digital. PLC dapat di program melalui programming console atau software aplikasi. Pembuatan program dengan menggunakan komputer dapat mempercepat pekerjaan. Pada dasarnya PLC terdiri dari 5 komponen utama yaitu, *Central Processing Unit(CPU)*, unit catu daya, , perangkat pemrograman, unit memori dan bagian masukkan(*input*) dan keluaran(*output*).



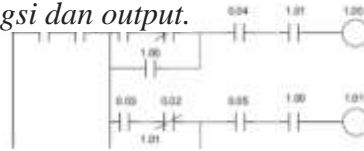
Gambar 1. Struktur PLC

Peralatan masukan PLC dapat berupa sensor atau limit switch, tombol tekan yang menghasilkan masukan digital, sedangkan peralatan luar dapat berupa kontaktor, rele, motor, buzzer dan kipas angin. CPU merupakan otak atau jantung PLC, karena bagian ini merupakan bagian yang melakukan operasi/pemrosesan program yang tersimpan di PLC. Disamping itu CPU juga melakukan pengawasan atas semua operasional kerja PLC, transfer informasi melalui internal bus anatar PLC, memori dan unit I/O. Catu daya untuk memberikan tegangan masukan pada PLC. Tegangan masukan pada PLC biasanya 24 V_{DC} atau 220 V_{AC}. Catu daya pada umumnya tidak digunakan untuk memberi daya secara langsung ke peralatan masukan maupun keluaran, untuk menghindari kerusakan akibat kesalahan yang terjadi pada peralatan masukan maupun keluaran.

Memori merupakan tempat penyimpanan data semestara dan tempat menyimpan program yang harus dijalankan, dimana program tersebut merupakan hasil terjemahan ladder diagram yang dibuat oleh pengguna. Sistem memori menggunakan teknologi *flash memory*. Dengan menggunakan *flash memory*, maka akan sangat mudah bagi pengguna untuk melakukan programming maupun reprogramming. Selain itu pada *flash memory* juga terdapat EPROM yang dapat dihapus berulang ulang. Sistem memori PLC dibagi dalam blok blok dimana masing masing blok memiliki fungsi sendiri sendiri. Beberapa bagian memori digunakan untuk menyimpan status *input/output* dan bagian memori yang lain digunakan untuk menyimpan variabel yang digunakan pada program seperti nilai timer dan counter. Bahasa pemrograman PLC mengacu pada set semantik atau metode yang memungkinkan pengguna untuk mengkomunikasikan informasi ke PLC. Standar IEC 61131-3 mendefinisikan lima bahasa standar yang digunakan dalam pemrograman yaitu: *Ladder diagram (LD)*, *Instruction List (IL)*, *Structured Text (ST)*, *Function Block Diagram (FBD)*, dan *Sequential Function Charts (SFC)*.

Bahasa pemrograman PLC yang paling umum digunakan adalah *Ladder Diagram*. Alasan popularitasnya adalah Ladder Diagram sangat mirip dengan *Relay Logic Diagram*. Ketika PLC ditemukan, perancang menemukan cara untuk menggunakan pengetahuan yang ada dari perancang Sistem Kontrol Rele untuk memprogram PLC. Alasan lain adalah bahwa pemrogram PLC biasanya lebih suka mendefinisikan tindakan dalam hal kontak, yang lagi-lagi adalah sistem kontrol yang paling umum digunakan sebelum PLC. *Ladder diagram* adalah suatu diagram mirip anak tangga yang

menggambarkan urutan kerja dari suatu sistem kendali. *Ladder diagram* menggunakan simbol standart untuk merepresentasikan elemen rangkaian dan fungsi dalam sistem kendali. *Ladder diagram* terdiri dari dua garis vertical yang antara kedua garis vertical tersebut terdapat simbol – simbol *switch normally open*(NO), *switch normally close*(NC) , *timer*, *counter*, *fungsi dan output*.



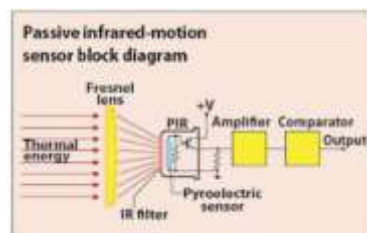
Gambar 2. Diagram Tangga

Perangkat input disambung ke PLC melalui pin pada terminal modul input, sehingga nantinya dapat mengaktifkan alamat input yang bersesuaian pada PLC. Prinsip utama dalam penyambungan input PLC adalah memberi tegangan 24 V kepada pin modul input. Tegangan 24 Volt dapat tercapai jika sebuah loop tertutup telah terbentuk. Langkah penting dalam proses penyambungan input pada PLC adalah menentukan sambungan catu daya pada bagian *Common*. *Common Input* dapat dipilih dengan menggunakan tegangan referensi positif (24V) atau tegangan referensi negatif (0V). Penentuan ini bisa berdasarkan pertimbangan *standard Common* yang berlaku dalam perusahaan atau tipe sensor yang digunakan. Sinyal yang telah diproses oleh CPU PLC, diteruskan ke bagian modul luaran untuk mengendalikan perangkat luaran. Sama halnya dengan bagian modul masukan, setiap pin pada modul luaran memiliki alamat memorinya tersendiri. terdapat tiga jenis komponen yang digunakan pada modul luaran yaitu bertipe relay, transistor NPN (*sinking*) dan transistor PNP (*sourcing*). Modul luaran bertipe rele dapat dihubungkan dengan perangkat luaran baik yang bertegangan AC maupun DC. Sedangkan untuk modul luaran bertipe transistor hanya dapat dihubungkan dengan perangkat luaran yang bertegangan DC (4,5 – 30V). *Port common* pada modul luaran PLC dengan modul bertipe rele ini dapat dihubungkan dengan tegangan AC/DC, baik dengan tegangan referensi positif maupun negatif.

Sensor PIR

Sensor *Passive Infra Red*(PIR) adalah perangkat elektronik yang dapat merasakan perubahan radiasi inframerah(IR) dalam jangkauannya. Dengan kata lain, ini sensor sensitif terhadap objek bergerak yang memancarkan cahaya IR. Sebuah sensor PIR

menghasilkan potensial listrik setiap kali mendeteksi adanya perubahan radiasi IR pada jarak jangkauan sensor, tetapi tegangan listrik yang dihasilkan sangat kecil amplitudonya dan harus diperkuat secara signifikan. Oleh karena sensor itu, sensor PIR dapat tidak digunakan sendiri, melainkan menjadi salah satu komponen kunci dari perangkat pasif infra merah (PID) dengan beberapa sirkuit lainnya. Struktur dasar PID terdiri dari empat blok yaitu blok Lensa Fresnel, blok sensor PIR, blok sirkuit penguat, dan blok komparator.



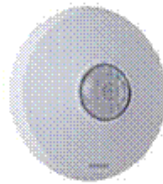
Gambar 3. Blok diagram Sensor PIR

Blok Lensa Fresnel adalah untuk pemfokusan optik dari radiasi IR ke sensor PIR, Untuk tujuan ini, lensa Fresnel lebih disukai karena memiliki lebih tipis dibandingkan dengan lensa jenis lain. Blok kedua adalah blok penginderaan. Blok sensor PIR berisi PIR sensor untuk mendeteksi radiasi IR. Sensor PIR memiliki filter IR, sehingga mampu menanggapi rentang frekuensi IR optimal yang diinginkan. Blok ketiga adalah tahap penguat, yang memperkuat sinyal *output* dari sensor PIR. Sebuah blok penguat pada umumnya terdiri dari penguat dua tahap di mana setiap tahap memiliki penguatan sekitar 100 kali. Tahap terakhir adalah komperator tahap yang memberikan tegangan keluaran baik 5V untuk logika satu atau 0V untuk logika nol. Sensor PIR memungkinkan untuk mendeteksi gerakan, Sensor PIR hampir selalu digunakan untuk mendeteksi apakah manusia telah masuk atau keluar dari jangkauan sensor. Sensor PIR murah, berdaya rendah, mudah digunakan dan tersedia secara komersial.. Fitur ini membuat sensor PID di banyak digunakan di aplikasi dalam dan luar ruangan termasuk sistem keamanan. Sensor *Passive Infra Red* (PIR) sering disebut juga sebagai "Pyroelectric", atau "IR motion".

Radiasi inframerah (IR) adalah jenis radiasi elektromagnetik. Cahaya inframerah memiliki panjang gelombang yang lebih panjang dari cahaya tampak. Inframerah memiliki panjang gelombang 750 nm sampai 100 μm . Radiasi inframerah tidak terlihat oleh manusia tetapi kita dapat merasakannya sebagai panas. Wilayah inframerah selanjutnya dapat dibagi menjadi sub-wilayah sebagai berikut:

1. Inframerah Dekat (NIR): 750 nm hingga 1,5 μm .
2. Inframerah Panjang Gelombang Pendek (SWIR): 1,5 μm hingga 3 μm .
3. Inframerah Panjang Gelombang Tengah (MWIR): 3 μm hingga 8 μm .
4. Inframerah Panjang Gelombang Panjang (LWIR): 8 μm sampai 15 μm .
5. Inframerah Jauh (FIR): Lebih panjang dari 15 μm .

MWIR dan LWIR dikenal sebagai inframerah termal. Semua benda memancarkan apa dikenal sebagai radiasi benda hitam (radiasi termal). Ini dipancarkan dari permukaan suatu benda yang disebabkan oleh suhunya. Tubuh manusia normal suhu tubuh memancarkan IR kira-kira pada panjang gelombang sekitar 9,4 μm . Sensor PIR bekerja karena adanya IR Filter yang menyaring panjang gelombang sinar *infrared* pasif antara 8 sampai dengan 14 mikrometer, oleh karena itu sensor PIR akan dapat mendeteksi tubuh manusia yang menghasilkan infrared dengan panjang gelombang antar 9,4 μm . Pada umumnya sensor PIR memiliki jangkauan pembacaan efektif hingga 5 meter, namun sensor PIR memiliki jangkauan jarak dan sudut pembacaan yang bervariasi, tergantung karakteristik sensor.



Gambar 4. Sensor PIR

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat kendali lampu penerangan di laboratorium kendali prodi listrik yang bekerja secara otomatis yang dilengkapi dengan sensor infred yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan seseorang di laboratorium kendali,.

Kontaktor

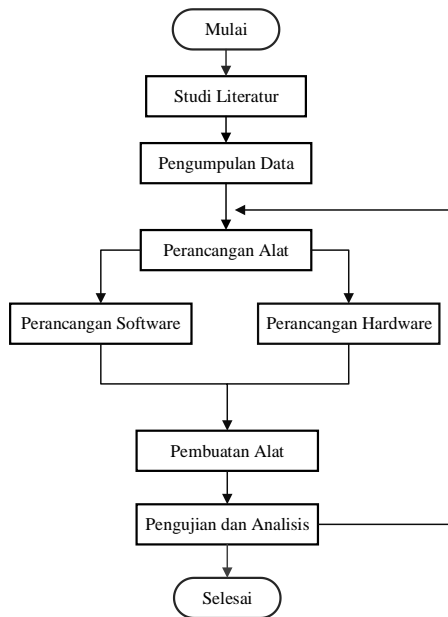
Kontaktor adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai *interface* yang mempunyai kapasitas arus yang besar dengan daya yang kecil. Kontaktor mempunyai 3 kutub utama dan kontak bantu. Komponen utama dari sebuah kontaktor adalah koil dan kontak utama. Koil digunakan untuk menghasilkan medan magnet yang akan menarik kontak utama, sehingga terhubung pada masing masing kutub. Kontaktor AC sangat cocok digunakan pada rangkaian dengan tegangan maksimal 690 V , 50 Hz dan dari 6 sampai dengan 780 A.



Gambar 5. Kontaktor

METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang memuaskan pada penelitian ini dijabarkan dalam bagan alir penelitian seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

Komponen yang digunakan untuk membuat alat kendali lampu penerangan di laboratorium kendali tampak pada tabel 1. Secara umum terdapat 3 komponen utama yang digunakan antara lain: PLC, sensor infra red, kontaktor. PLC berfungsi sebagai kendali utama yang menerima masukan dari sensor yang selanjutnya data masukan ini akan diolah sesuai dengan program yang ada dan hasil pengolahan data akan dikeluarkan melalui modul ouput dimana modul output dihubungkan dengan lampu melalui kontaktor sebagai interfacenya. Kontaktor digunakan karena lampu menghasilkan arus yang cukup besar yang tidak mampu dihubungkan langsung ke modul output PLC

Tabel 1. Alat Kendali Lampu Penerangan Di Laboratorium Kendali PLC

Perangkat Keras	Perangkat lunak
Sensor Infrared	CX Programmer
Kontaktor dan rele	
Box Panel	
PLC	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Kerja

Lampu penerangan di laboratorium PLC prodi listrik terdiri dari 18 armatur yang memiliki dua buah lampu TL LED phillips 8 watt tiap tiap armaturnya. Lampu penerangan dikelompok menjadi tiga zone yaitu zone-1 , zone-2 dan zone-3 yang masih masing zone terdiri atas 6 armatur. Bila ada seseorang masuk ke ruang lab kendali maka lampu penerangan zone-1 akan nyala secara otomatis. Kemudian lampu penerangan akan nyala sesuai dengan dimana orang tersebut mengambil tempat duduk. Ada 3 kemungkinan yaitu :

1. Bila orang tersebut duduk di zone-1, maka lampu penerangan pada zone-2 dan zone-3 akan tetap mati.
2. Bila orang tersebut duduk di zone-2, maka lampu di zone-1 dan zone-3 akan mati.
3. Bila orang tersebut duduk di zone-3, maka lampu di zone 1 dan zone-2 akan mati.

Instalasi Perangkat Keras

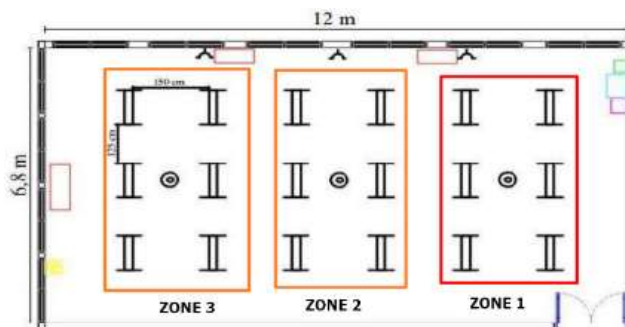
Pengawatan instalasi perangkat keras dilaksanakan dengan menghubungkan perangkat keras seperti kontaktor, lampir dan sensor PIR dengan PLC. Sensor PIR dihubungkan dengan modul input PLC dan Lampu penerangan dihubungkan ke modul output PLC melalui kontaktor.

Tabel 2. Peralatan Input PLC

ALAMAT INPUT	PERALATAN INPUT	KETERANGAN
0000	Sensor PIR 1	Untuk mendeteksi Zone 1
0001	Sensor PIR 2	Untuk mendeteksi Zone 2
0002	Sensor PIR 3	Untuk mendeteksi Zone 3

Tabel 3. Peralatan Input PLC

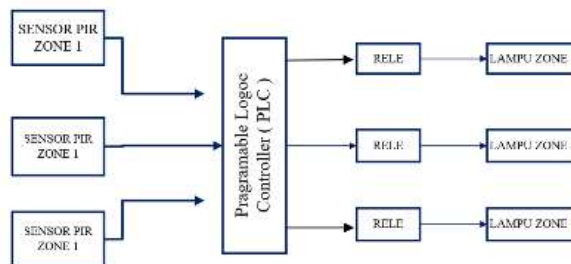
ALAMAT INPUT	PERALATAN INPUT	KETERANGAN
1000	Kontaktor 1	Mengendalikan Lampu di Zone 1
1001	Kontaktor 2	Mengendalikan Lampu di Zone 2
1002	Kontaktor 3	Mengendalikan Lampu di Zone 3



Gambar 7. Tata Letak Lampu Dan Sensor Inframerah



Gambar 8. Diagram Garis Tunggal Instalasi Listrik Ruang Laboratorium Kendali prodi listrik



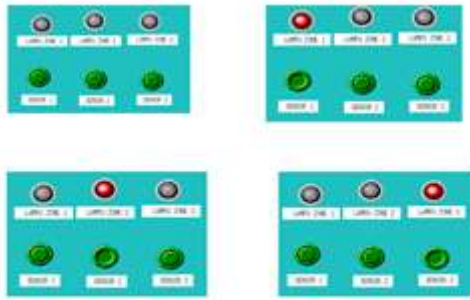
Gambar 9. Blok Diagram



Gambar 10. Panel Kontrol

Pengujian

Pengujian kendali lampu penerangan ruang laboratorium kendali dilaksanakan melalui pengujian *software* dan pengujian *hardwire*. Pengujian *software* dilaksanakan dengan menggunakan trainer PLC dan juga software simulator. Gambar 11. Menunjukkan hasil pengujian program PLC. Bila sensor PIR 1 diaktifkan yaitu dengan memberi nilai satu pada alamat 0000 , maka lampu *Zone-1* pada simulator akan nyala, Bila sensor PIR 2 diaktifkan yaitu dengan memberi nilai satu pada alamat 0001, maka lampu *Zone-2* pada simulator akan nyala dan bila Bila sensor PIR 3 diaktifkan yaitu dengan memberi nilai satu pada alamat 0002, maka lampu *Zone-3* akan nyala. Uji coba ini menunjukkan bahwa program PLC dapat bekerja sesuai diskripsi kerja kendali lampu penerangan ruang laboratorium kendala prodi listrik Polines.



Gambar 11. Uji Coba Perangkat Lunak

Pengujian perangkat keras dilakukan setelah pemeriksaan dan pengujian instalasi lampu penerangan telah sesuai dengan ketentuan. Pengujian dilakukan dengan mensimulasikan seseorang masuk ke ruang laboratorium dan kemudian duduk sesuai dengan segala kemungkinan yaitu duduk di *zone-1*, duduk di *zone-2* atau duduk di *zone-3*, kemudian respon sistem kendali lampu penerangan dievaluasi apakah sudah sesuai dengan diskripsi kerja.



Gambar 12. Pengujian Saat Seseorang Masuk R Lab. Lampu Kondisi Mati



Gambar 13. Kondisi R Laboratorium, Saat Seseorang Berada Di Zone 3

Tabel 4 menunjukkan bahwa kendali lampu penerangan ruang laboratorium kendali dapat bekerja dengan baik. Sensor PIR dapat bekerja dan setting cakupan deteksi sudah sesuai dengan daerah kerjanya dan tidak terjadi *overlap* antar sensor PIR.

Tabel 4. Pengujian Kendali Lampu Penerangan Di Lab Kendali Prodi Listrik Polines.

NO	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Status Lampu		
				Zone 1	Zone 2	Zone 3
1	off	off	off	mati	mati	mati
2	off	off	on	mati	mati	nyala
3	off	on	off	mati	nyala	mat
4	off	on	on	mati	nyala	nyala
5	on	off	Off	nyala	mati	Mati
6	on	off	on	nyala	Mati	nyala
7	on	on	off	nyala	nyala	mati
8	on	on	on	nyala	nyala	nyala

SIMPULAN

Lampu penerangan di laboratorium Kendali Prodi teknik Listrik dapat di kendalikan secara otomatis dengan PLC. Lampu penerangan tidak akan nyala bila tidak ada seseorang yang terdeteksi di ruang laboratorium kendali, dengan demikian penghematan energi dapat dicapai dengan mengotomatiskan lampu penerangan

DAFTAR PUSTAKA

- Bolton. W.2015, *Programmable Logic Controllers*, Elsevier Lts, USA.
- Bakhtiar Alldino Ardi S., S.Si., M.Cs. <https://plc.mipa.ugm.ac.id/pemrograman-dasar-plc/>
- Emin Birey Soyer. 2009. Pyroelectric Infrared (PIR) Sensor Based Event Detection, Tesis, Electronics engineering and the institute of engineering and sciences of Bilkent university, Ankara, Turki
- Fery Balea, sensor PIR, <http://ferballcompany.blogspot.com/2012/04/pir-sensor.html> diakses tanggal 4 November 2021
- James A Rehg, Glenn J. Sartori. 2013. *Programmable Logic Controllers*. Pearson Education Ltd, USA
- John Stenerson. 2004. *Fundamentals of Programmable Logic Controllers, Sensors, Communications*. Pearson Prentice Hall, USA
- Khaled Kamel Ph.D., *Programmable Logic Controllers*, Undustrial Controll, Mc Graw-Hill Education, USA

Sugijono, Syahid, Ari Santoso, Aji Hari Riyadi, Juwanto. 2018. Integrasi Kontrol Terprogram PLC pada Praktek Bengkel Semester VI program Studi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Listrik Polines, ***Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian***. Hal 236 – 249

Sumardjati Parih. 2008. ***Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3***. Jakarta: Direktur Jendral Managemen Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan Nasional.