

PENERAPAN SMART LIGHTING BERBASIS PHOTOCELL PADA LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION PANEL (LVMDP) SEBAGAI UPAYA PENGHEMATAN ENERGI

Deni Hendarto¹, Padillah²

¹*Dosen Tetap Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2 Bogor, Kode Pos 16162*

²*Mahasiswa Program Sarjana Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun Bogor, Jl. KH Sholeh Iskandar km 2 Bogor., Kode Pos 16162*

Email : deni.hendarto@ft.uika-bogor.ac.id

ABSTRAK

PENERAPAN SMART LIGHTING BERBASIS PHOTOCELL PADA LOW VOLTAGE MAIN DISTRIBUTION PANEL (LVMDP) SEBAGAI PENGHEMAT ENERGI. Telah dilakukan penelitian tentang penerapan Smart Lighting atau sistem otomatis penerangan luar gedung berbasis Photocell yang diintegrasikan dengan panel tegangan rendah (LVMDP) menggunakan daya terpasang sebesar 66 kVA. Sebagian besar daya listrik tersebut digunakan untuk sistem penerangan gedung, baik untuk sistem penerangan dalam gedung maupun untuk sistem penerangan luar gedung. Penggunaan tenaga operator untuk pengoperasian sistem penerangan luar sangat tidak efektif dan efisien. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang penerapan sistem otomatis dalam penyalaan dan pemadaman sistem penerangan luar gedung. Dengan sistem otomatis ini diharapkan akan meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam pemberdayaan tenaga kerja dan penghematan dalam pembiayaan energi listrik. Tujuan penelitian tentang penerapan sistem penerangan otomatis berbasis photocell ini yaitu: diperoleh hasil penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar gedung berbasis photocell pada LVMDP di gedung, dan diperoleh data hasil pengujian penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar gedung berbasis Photocell pada LVMDP sebagai penghemat energi listrik. Adapun tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat gambar rencana sistem otomatis berbasis photocell, perencanaan penempatan komponen MCB dan Photocell, Penentuan dan pengadaan komponen, dan terakhir adalah pemasangan/instalasi dan pengujian sistem otomatis. Mengacu ke hasil dan bahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: 1) Penerapan Sistem Otomatis Penerangan Luar (Smart Lighting) berbasis Photocell telah dapat digunakan pada LVMDP di Fakultas Teknik. 2) Berdasarkan hasil pengujian sistem otomatis pengoperasian lampu penerangan luar gedung berjalan dengan baik. Berdasarkan data rata-rata yang diperoleh bahwa photocell bekerja untuk menyalakan lampu pada pukul 17.50 Wib dan padam pada pukul 5.51 Wib. Dengan menggunakan sistem otomatis (Mode Auto), energi listrik yang dapat dihemat sebesar 2,205 kWh pada setiap bulannya.

Kata Kunci: *Smart Lighting, Photocell, MCB, LVMDP, penghematan energi.*

1. PENDAHULUAN

Panel distribusi atau LVMDP (*Low Voltage Main Distribution Panel*) adalah panel distribusi yang mendistribusikan beban ke panel-panel yang lebih kecil kapasitasnya. Gedung Fakultas Teknik atau Gedung Ir. H. Prijono di Universitas Ibn Khaldun Bogor menggunakan daya terpasang sebesar 66 kVA. Sebagian besar daya listrik tersebut digunakan untuk sistem penerangan gedung, baik untuk sistem penerangan dalam gedung maupun untuk sistem penerangan luar gedung. Selama ini pengoperasian untuk menyalakan dan mematikan sistem penerangan masih menggunakan tenaga operator atau staf rumah tangga. Bahkan untuk pengoperasian penyalaan dan pemadaman sistem penerangan luar gedung selain dilakukan oleh staff rumah tangga juga dikerjakan oleh personal satuan pengamanan (satpam). Penyalaan lampu penerangan luar dilakukan pada pk1 17.30 Wib dan pemadaman dilakukan pada pukul 6.30 Wib. Ketidaktepatan waktu dalam penyalaan dan pemadaman lampu

penerangan luar oleh operator mengakibatkan peningkatan konsumsi energi listrik di gedung fakultas teknik. Penggunaan tenaga operator untuk pengoperasian sistem penerangan luar sangat tidak efektif dan efisien.

Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang penerapan sistem otomatis dalam penyalaan dan pemadaman sistem penerangan luar gedung. Dengan sistem otomatis ini diharapkan akan meningkatkan efektifitas dan efisiensi dalam pemberdayaan tenaga kerja dan penghematan dalam pembiayaan energi listrik. Sistem otomatis yang akan dipasang adalah penerapan smart lighting berbasis photocell melalui panel LVMDP, sehingga pekerjaan penyalaan dan pemadaman lampu penerangan luar gedung dioperasikan secara otomatis. Selain itu sistem penyalaan dan pemadaman dapat dilakukan tepat waktu karena dapat diatur berdasarkan fungsi waktu.

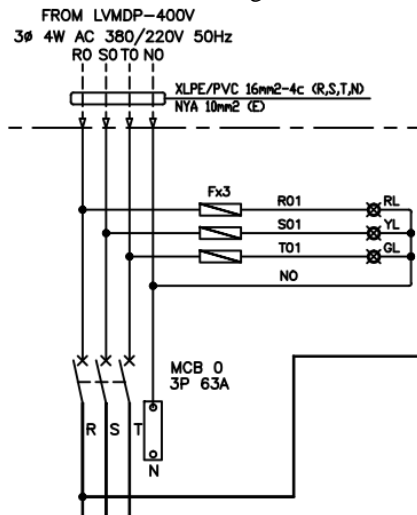
Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian yang akan dilaksanakan mengandung tujuan yang

ingin dicapai, yaitu: 1). Diperoleh hasil penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar gedung berbasis photocell pada LVMDP di gedung. 2). Diperoleh data hasil pengujian penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar gedung berbasis Photocell pada LVMDP sebagai penghemat energi listrik.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Gambar Perencanaan Rangkaian Smart Lighting

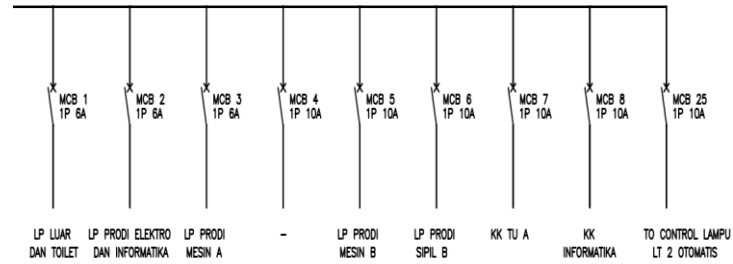
Pada penelitian penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar gedung berbasis photocell dilakukan pekerjaan gambar perencanaan rangkaian yang terdiri atas: rangkaian power (*three line diagram*), rangkaian kontrol, dan rangkaian skema instalasi photocell. Gambar rencana rangkaian power dimulai dari LVMDP gedung melalui MCB 3P, 63A yang kemudian daya listrik dialirkan melalui fase R, S, dan T. Gambar rencana rangkaian power seperti tampak pada Gambar 1 di bawah ini merupakan rangkaian daya yang disajikan secara three line diagram.



Gambar 1 Rangkaian Power (*Three Line Diagram*)

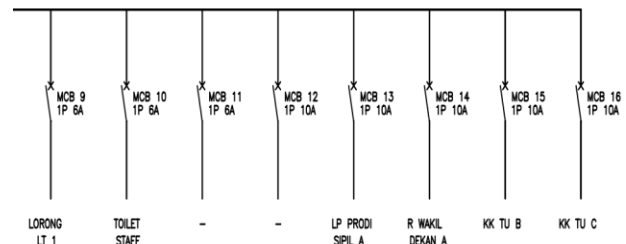
Pada MCB 0 3P, 63A, dalam LVMDP-400V terdapat beban listrik yang disuplai melalui penghantar R, S, dan T. Semua beban berada di Lantai 1 Gedung Fakultas Teknik. Namun beban penerangan luar gedung berada pada fase R melalui MCB 25 1P, 10A. Pada Gambar 2 memperlihatkan beban listrik yang ada di penghantar fase R.

Beban lampu penerangan luar gedung pada lantai 2, terdapat 7 unit lampu luar yang masing-masing mempunyai daya sebesar 7 watt dan menggunakan lampu jenis LED. Beban lampu luar gedung yang terdiri 7 unit lampu tersebut terletak di sisi selatan gedung bagian depan dan bagian belakang gedung.



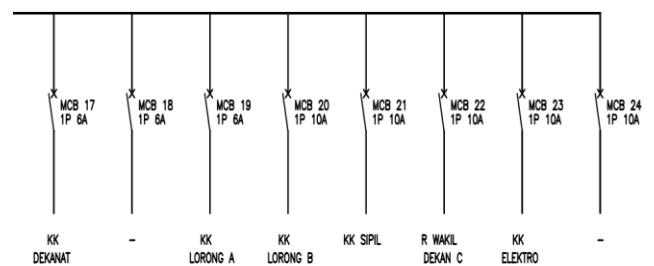
Gambar 2 Daftar beban listrik pada fase R

Pada penghantar fase S beban listrik yang disuplai daya listrik melalui LVMDP -400V pada umumnya berada di sisi barat gedung yang diantaranya terdiri atas ruang wakil dekan dan lorong. Masing-masing beban pada fase S ini disuplai melalui MCB 9 sampai dengan MCB 16. Pada fase S ini tidak terdapat beban penerangan luar gedung. Pada Gambar 3 memperlihatkan beban listrik yang ada di penghantar fase S.



Gambar 3 Daftar beban listrik pada fase S

Pada penghantar fase T beban listrik yang disuplai daya listrik melalui LVMDP -400V pada umumnya juga berada di sisi barat gedung yang diantaranya terdiri atas ruang Prodi Elektro dan lorong. Masing-masing beban pada fase T ini disuplai melalui MCB 17 sampai dengan MCB 24. Pada fase T ini juga tidak terdapat beban penerangan luar gedung. Pada Gambar 2 memperlihatkan beban listrik yang ada di penghantar fase T.

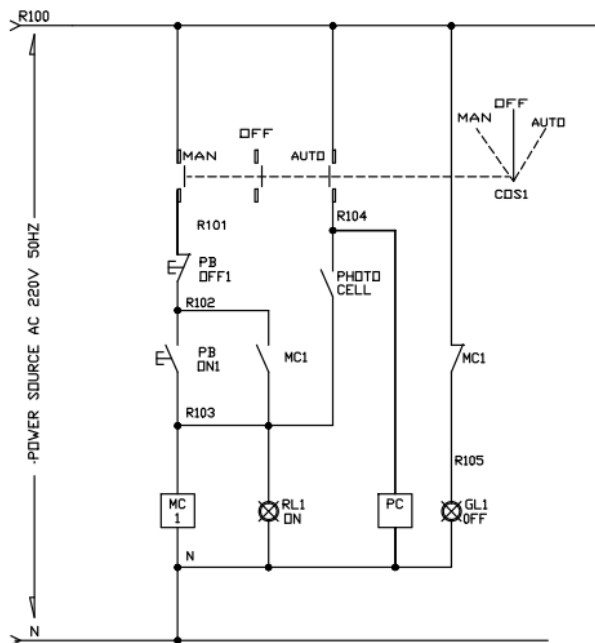


Gambar 4 Daftar beban listrik pada fase T

Pada LVMDP, selain rangkaian beban listrik pada fase R, S, dan T juga terdapat rangkaian kontrol. Pada penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar gedung berbasis photocell ini juga terdapat rangkaian kontrol untuk memonitor dan mengendalikan nyala-padam lampu penerangan luar gedung. Sistem otomatis lampu penerangan

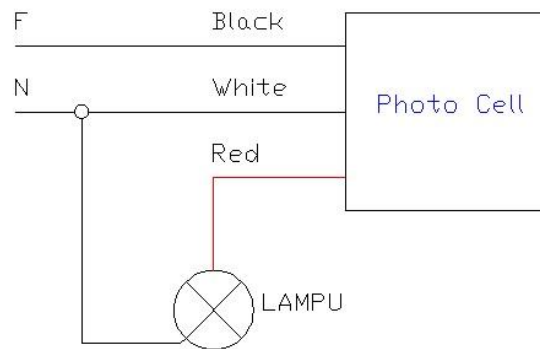
luar gedung dioperasikan dengan 2 sistem, yaitu sistem manual dan sistem otomatis. Untuk menentukan sistem apa yang akan digunakan untuk menyalakan atau mematikan lampu luar, dapat dipilih menggunakan fasilitas selector switch pada LVMDP.

Pada Gambar 5 memperlihatkan rangkaian kontrol lampu penerangan luar gedung. Berdasarkan gambar rangkaian tersebut tampak bahwa terdapat selector switch untuk memilih sistem apa yang akan digunakan. Jika sistem manual, maka operator harus mengarahkan selector switch ke Manual dan menekan push button ON untuk menyalakan atau menekan push button OFF untuk mematikan lampu penerangan luar gedung. Adapun jika dipilih sistem otomatis, maka selector switch diarahkan ke sistem Auto, sehingga lampu penerangan luar akan nyala-padam sesuai intensitas cahaya yang diterima oleh komponen photocell. Hal ini diharapkan dapat menghemat energi listrik karena waktu penyalaan dan pemadaman dapat dilakukan tepat waktu dan tidak menggunakan operator.



Gambar 5 Rangkaian Kontrol pada LVMDP

Pada Gambar 6 memperlihatkan skema instalasi komponen photocell untuk mengendalikan lampu penerangan luar gedung. Komponen photocell terdapat 3 kabel, yang terdiri atas kabel warna hitam, warna putih, dan warna merah. Komponen ini membutuhkan tegangan 220V. Jenis kabel yang digunakan untuk instalasi adalah kabel jenis Kabel NYYHY 1,5 x 3 Core.

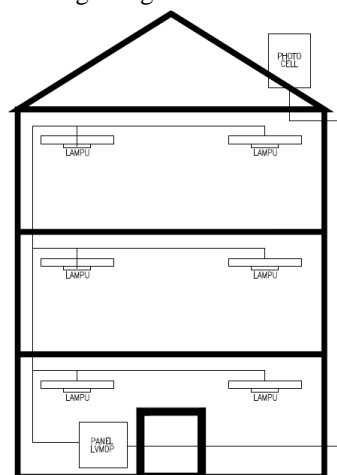


Gambar 6 Skema instalasi komponen Photocell

2.2 Perencanaan Penempatan Komponen MCB dan Photocell

Pada tahapan ini akan dilakukan perencanaan penempatan komponen photocell di atas bangunan gedung Fakultas Teknik. Penempatan ini menyesuaikan kondisi penempatan panel yang ada. Hal ini terkait dengan ukuran atau dimensi dan tata letak panel di dalam ruangan panel dan pengkoneksian dari panel ke komponen photocell. Selain itu juga akan dilakukan gambar rencana penempatan photocell di atas gedung dan komponen pendukung berupa kontaktor, MCB, dan Fuse di dalam panel.

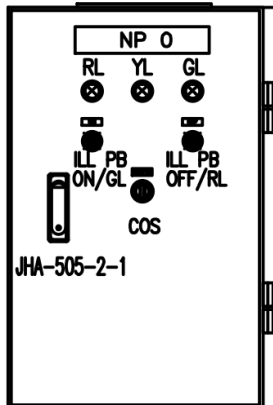
Pada Gambar 7 memperlihatkan layout rencana penempatan photocell pada gedung sebagai sensor cahaya untuk menyalakan dan mematikan lampu penerangan luar gedung.



Gambar 7 Layout penempatan komponen photocell

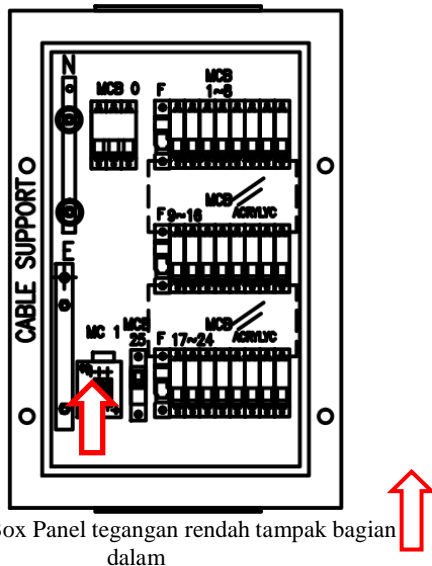
Untuk mengakomodasi kebutuhan penempatan komponen tambahan dalam penerapan sistem otomatis ini, maka pada panel tegangan rendah (LVMDP) sedikit mengalami perubahan untuk penyesuaian dengan penambahan komponen Selector Switch, Illuminated Push Button (ILL PB) ON, dan Illuminated Push Button (ILL PB) OFF. Pada Gambar 7 memperlihatkan panel tegangan rendah tampak depan yang telah dilengkapi dengan komponen Selector Switch, Illuminated Push Button (ILL PB) ON, dan Illuminated Push Button

(ILL PB) OFF untuk mengendalikan lampu penerangan luar gedung, baik secara manual maupun secara otomatis.



Gambar 8 Box Panel tegangan rendah tampak depan

Pada bagian dalam panel tegangan rendah juga mengalami penambahan komponen berupa MCB 25, 1P, 10A. Pada Gambar 9 memperlihatkan panel tegangan rendah bagian dalam yang telah dilengkapi dengan komponen MCB (tanda panah pada gambar).



Gambar 9 Box Panel tegangan rendah tampak bagian dalam

2.3 Penentuan Peralatan dan Bahan Sistem Smart Lighting LVMDP

Setelah dilakukan perencanaan penempatan komponen photocell di atas bangunan gedung Fakultas Teknik, selanjutnya dilakukan penentuan peralatan dan bahan yang diperlukan untuk dilakukan instalasi komponen di dalam panel. Selain itu juga dilakukan penyesuaian penempatan komponen kontaktor, MCB, dan komponen pendukung lainnya yang digunakan pada panel.

Salah satu komponen penting dalam penerapan smart lighting adalah komponen photocell. Pada Gambar 10 di bawah ini menunjukkan komponen photocell yang digunakan dalam penelitian ini. Komponen ini menggunakan tegangan 220 volt dan arus maksimal 10A.

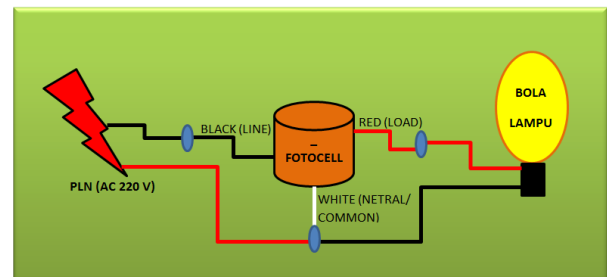


Gambar 10 Komponen Photocell

2.4 Pemasangan dan Pengujian Sistem Smart Lighting pada LVMDP

Setelah dilakukan perencanaan penempatan dan penentuan komponen di dalam panel dan photocell di atas bangunan gedung Fakultas Teknik. Selanjutnya dilakukan integrasi pemasangan komponen pendukung dan komponen utama photocell di atas bangunan gedung Fakultas Teknik sebagai bagian dari sistem smart lighting pada gedung. Tahapan terakhir adalah dilakukan pengambilan data dengan dilaksanakan pengujian hasil penerapan sistem smart lighting menggunakan photocell di dalam gedung.

Secara umum foto-sel memiliki 3 buah kabel dengan warna Merah (Red), Putih (White) dan Hitam (Black). Pada Gambar 11 di bawah ini menunjukkan tata cara pemasangan photocell.



Gambar 11 Skema pemasangan lampu menggunakan foto-sel

Penjelasan skema pemasangan lampu menggunakan photocell sebagai berikut:

1. Kabel Merah (Red) adalah sebagai Load
2. Kabel Putih (White) adalah sebagai Common/Neutral
3. Kabel Hitam (Black) adalah sebagai Line
4. Pada catuan listrik PLN (AC-220 Volt) memiliki 2 (dua) buah kabel yaitu kabel Positif (+) dan kabel Negatif (-).
5. Kabel Positif (+) dihubungkan ke kabel warna Hitam (Black) pada foto-sel yang digunakan sebagai Line
6. Kabel Negatif (-) dihubungkan ke kabel warna Putih (White) foto-sel yang digunakan sebagai Netral.
7. Pada foto-sel kabel warna Putih (White) sebagai Common dan kabel warna Merah

(Red) sebagai Load dihubungkan kepada Lampu.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penerapan Smart Lighting Berbasis Photocell

1) Prinsip Kerja Smart Lighting Berbasis Photocell

Photocell menggunakan prinsip kerja resistor dengan sensitivitas cahaya (LDR=Light Dependent Resistor). Apabila kondisi gelap maka nilai resistansi akan menjadi rendah sehingga arus mengalir dan lampu akan menyala. Sebaliknya pada kondisi terang, nilai resistansi menjadi tinggi sehingga arus tidak dapat mengalir dan lamp akan mati. Rangkaian photocell inilah yang digunakan pada sistem otomatis sistem penerangan lampu luar gedung. Pada Gambar 12 memperlihatkan komponen photocell yang telah dipasang pada atap untuk dapat mendeteksi cahaya matahari guna menyalakan dan mematikan lampu luar gedung.



Gambar 12 Penerapan Photocell pada atap

2) Bagian-bagian Utama dan Pendukung Smart Lighting Berbasis Photocell

Bagian-bagian utama dan pendukung sistem otomatis penerangan luar gedung diantaranya terdiri atas:

a. Photocell

Fungsi fotosel adalah untuk menghidupkan beban secara otomatis bila berlaku perubahan cahaya iaitu apabila keadaan terang/siang beban akan mati/tidak berfungsi dan apabila keadaan gelap/malam beban akan berfungsi. Secara umum foto-sel memiliki 3 warna kabel yang terdiri atas warna Merah (Red), Putih (White) dan Hitam (Black). Pada Gambar 13 memperlihatkan komponen photocell 10 A tipe AS-2210A produksi Selcon yang digunakan pada sistem otomatis penerangan luar gedung.



Gambar 13 Komponen Photocell

b. Magnetic Contactor (MC)

Magnetic Contactor (MC) atau kontaktor adalah komponen elektromekanik yang dapat berfungsi sebagai penyambung dan pemutus rangkaian, yang dapat dikendalikan dari jarak jauh pergerakan kontak-kontaknya terjadi karena adanya gaya elektromagnet.

Kontaktor magnet merupakan sakelar yang bekerja berdasarkan kemagnetan, artinya bekerja bila ada gaya kemagnetan. Sebuah koil dengan inti berbentuk huruf E yang diam, jika koil dialirkan arus listrik akan menjadi magnet dan menarik inti magnet yang bergerak dan menarik sekaligus kontak dalam posisi ON. Batang inti yang bergerak menarik paling sedikit 3 kontak utama dan beberapa kontak bantu bisa kontak NC atau NO. Pada Gambar 14 memperlihatkan komponen Magnetic Contactor (MC) 3P Coil 1NO 1NC 380V yang digunakan pada sistem otomatis penerangan luar gedung.

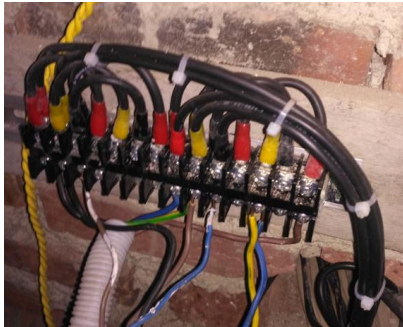


Gambar 14 Komponen Magnetic Contactor (MC)

c. Terminal Block

Terminal Block adalah suatu tempat berhentinya arus listrik sementara, yang akan dihubungkan ke komponen yang lain, yaitu komponen photocell. Dalam penerapan sistem otomatis penerangan luar ini, Terminal Block termasuk salah satu komponen utama. Sebab memiliki manfaat yang besar. Di dalam terminal ada incoming dan outgoing yang memiliki fungsi masing-masing. Dalam hal ini, Incoming berfungsi sebagai konektor arus masuk

dan outgoing sebagai konektor arus keluar. Pada Gambar 15 memperlihatkan komponen terminal block yang telah dipasang pada sistem otomatis penerangan luar gedung.



Gambar 15 Komponen Terminal Block

d. Kabel NYYHY 1,5x3 Core

Kabel NYYHY yaitu kabel dengan tembaga tunggal yang diberi selubung luar dan biasanya digunakan untuk instalasi luar ruangan. Jenis dari kabel nyy juga sama dengan jenis kabel nym, yang membedakan adalah Cu atau tembaganya serabut. Visual dari kabel nyyhy adalah hitam. Kable jenis ini yan gdigunakan sebagai penghantar dari panel tegangan rendah sampai dengan lokasi dimana photocell ditempatkan. Pada Gambar 16 memperlihatkan komponen Kabel NYYHY yang telah digunakan sebagai penghantar pada sistem otomatis penerangan luar gedung.



Gambar 16 Jenis Kabel NYYHY

e. Selector Switch (SS)

Selector Switch merupakan alat yang di gunakan untuk memilih. Kerja dari selector switch yaitu menyambung rangkaian sesuai dengan yang ditunjuk oleh tangkai selector. Banyak sekali type selector switch, tapi biasanya hanya dua type yang sering di gunakan, yaitu 2 posisi, (ON-OFF/Start-Stop/0-1) dan 3 posisi (ON-OFF-ON/Auto-Off-Manual). Pada sistem otomatis ini digunakan selector switch 3 posisi (ON-OFF-ON/Auto-Off-Manual). Pada Gambar 17 memperlihatkan komponen selector switch 3 posisi.



Gambar 17 Selector Switch 3 Posisi (ON-OFF-ON/Auto-Off-Manual)

f. Illuminated Push Button

Illuminated Push Button adalah saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan push button terdiri dari saklar tekan start. Stop reset dan saklar tekan untuk emergency. push button memiliki kontak NC (normally close) dan NO (normally open)).

Prinsip kerja Push Button adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai stop dan kontak NO akan berfungsi sebagai start biasanya digunakan pada sistem pengontrolan alat-alat listrik. Pada Gambar 18 memperlihatkan komponen Illuminated Push Button. Pada penerapannya, komponen ini digunakan untuk menyalakan dan mematikan lampu penerangan luar dengan sistem manual.



Gambar 18 Komponen Illuminated Push Button

g. MCB

Pengaman sistem daya bisa menggunakan sekering atau Miniatur Circuit Breaker (MCB). Sekering sering disebut juga dengan pengaman lebur atau fuse. Fungsi sekering adalah mengamankan peralatan atau instalasi listrik dari gangguan hubung singkat.

MCB sering disebut juga pengaman otomatis. Pengaman otomatis ini memutuskan sirkit secara otomatis apabila arusnya melebihi setting dari MCB tersebut. Pengaman otomatis dapat langsung dioperasikan kembali setelah mengalami pemutusan (trip) akibat adanya gangguan arus hubung singkat dan beban lebih. Pada Gambar 19 memperlihatkan komponen Miniatur Circuit Breaker (MCB).



Gambar 19 Miniatur Circuit Breaker (MCB)

3) Visualisasi Hasil Penerapan Smart Lighting Berbasis Photocell

Pada Gambar 20 di bawah ini merupakan penampakan hasil penerapan photocell sebagai salah satu komponen utama dalam implementasi sistem otomatis penerangan lampu luar gedung. Berdasarkan hasil penerapan, komponen ini telah berfungsi sebagai sensor cahaya untuk lampu penerangan luar gedung. Dengan menggunakan alat ini tentunya diharapkan akan memperoleh keuntungan, diantaranya adalah tidak perlu operator untuk mengoperasikan lampu ketika malam tiba atau mematikan lampu ketika hari telah siang, karena alat ini telah mampu menjadi sklar otomatis yang operasinya dikendalikan oleh cahaya luar (matahari). Selain itu, dengan alat ini diharapkan mampu menghemat energi listrik, karena tidak tepat waktu saat penyalaan dan pemadaman lampu. Hal ini dapat terjadi karena terkadang operator lupa atau kesiangn untuk mematikan lampu luar gedung.

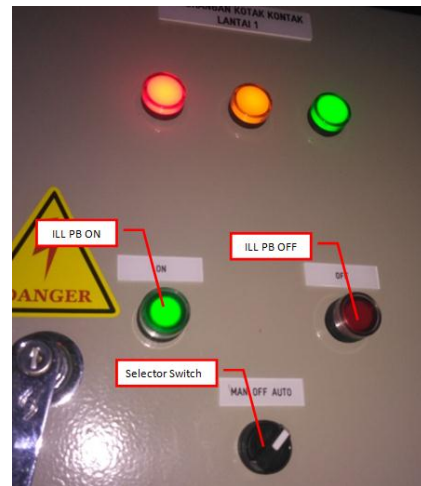


Gambar 20 Hasil Penerapan Photocell

Gambar 21 di bawah ini memperlihatkan hasil penerapan sistem otomatis penerangan lampu luar gedung pada panel tegangan rendah atau LVMDP. Pada panel tersebut ditambahkan komponen *Selector Switch*, *Illuminated Push Button (ILL PB) ON*, dan *Illuminated Push Button (ILL PB) OFF*. *Selector Switch* berfungsi untuk menentukan sistem

operasi dalam mode manual atau auto, sedangkan *Illuminated Push Button (ILL PB)* berfungsi sebagai indikator, apakah lampu penerangan luar sedang dalam kondisi menyala atau padam.

Berdasarkan gambar tersebut dapat diketahui bahwa sistem otomatis sedang dioperasikan dalam mode Auto dan lampu penerangan luar sedang menyala. Hal ini berarti sistem otomatis sedang beroperasi pada malam hari.



Gambar 21 Hasil penerapan sistem otomatis pada LVMDP

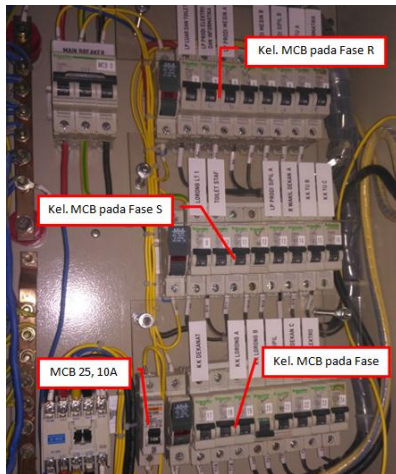
Gambar 22 di bawah ini memperlihatkan hasil pengawatan/instalasi sistem otomatis penerangan lampu luar gedung pada panel tegangan rendah atau LVMDP. Melalui bagian dalam pintu panel tersebut dapat diketahui bahwa ujung-ujung penghantar dari komponen photocell terkoneksi ke komponen *Selector Switch*, *Illuminated Push Button (ILL PB) ON*, dan *Illuminated Push Button (ILL PB) OFF*.



Gambar 22 Pengawatan Photocell pada bagian dalam pintu LVMDP

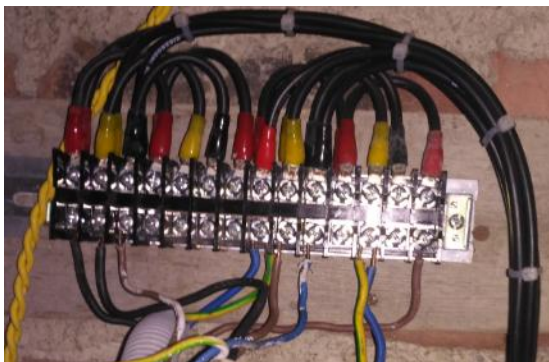
Gambar 23 di bawah ini memperlihatkan bagian dalam sistem otomatis penerangan lampu luar gedung pada panel tegangan rendah atau LVMDP. Dalam panel tersebut terdapat bagian utama yaitu panel MCB 25, 10 A sebagai saklar utama dalam

mengendalikan lampu penerangan luar gedung. Dalam panel ini juga dapat diketahui kelompok MCB yang menuju beban-beban listrik yang disuplai melalui penghantar fase R, S, dan T. Lampu penerangan luar gedung berada di kelompok MCB fase R yaitu pada MCB 25, 10A.



Gambar 23 Bagian dalam sistem otomatis penerangan lampu luar gedung

Pada Gambar 24 memperlihatkan terminal block sistem otomatis penerangan lampu luar gedung pada panel tegangan rendah atau LVMDP. Terminal block ini terdapat dua bagian, yaitu incoming dan outgoing. Dalam hal ini, Incoming berfungsi sebagai konektor arus masuk dan outgoing sebagai konektor arus keluar. Incoming pada terminal block berasal dari outgoing contactor, sedangkan outgoing dari terminal block menuju ke beban, yaitu lampu penerangan luar gedung.



Gambar 24 Terminal Block

3.2 Pengujian dan Perhitungan Energi pada Penerapan *Smart Lighting* Berbasis Photocell

1) Hasil Pengujian Penerapan *Smart Lighting* Berbasis Photocell

Pengujian penerapan sistem otomatis berbasis photocell ini dilakukan dengan 2 mode, yaitu mode

auto dan mode manual. Pada pengujian dengan mode auto dilakukan selama tiga hari berturut-turut dan diperoleh data sebagaimana tercantum pada Tabel 3 di bawah ini. Melalui Tabel 1 tersebut dapat diketahui bahwa lampu akan menyala pada nilai intensitas cahaya lebih dari atau sama dengan 148 Lx. Meski lampu penerangan menyala pada nilai intensitas yang relatif sama, namun waktu penyalaan mengalami sedikit perbedaan.

Tabel 1 Daftar Pengujian *Smart Lighting* Lampu Nyala

Waktu Pengujian	Pukul (WIB)	Intensitas Cahaya
Hari ke-1 (13 April 2017)	17.50	≤148 Lx
Hari ke-2 (14 April 2017)	17.53	≤148 Lx
Hari ke-3 (15 April 2017)	17.48	≤148 Lx
Rata-rata	17.50	

Berdasarkan data hasil pengujian sistem otomatis diketahui bahwa lampu penerangan luar gedung akan menyala rata-rata pada pukul 17.50 Wib. Adapun berdasarkan pengujian juga, bahwa lampu akan padam rata-rata pada pukul 5.51 Wib. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh data bahwa setiap malam rata-rata lampu penerangan luar akan menyala selama 12 jam. Pada Tabel 2 menunjukkan data hasil pengujian untuk mengetahui lampu penerangan luar padam selama tiga hari. Dari nilai-nilai hasil pengujian pada Tabel 2, dapat diketahui bahwa lampu penerangan akan mengalami pemadaman pada intensitas cahaya di atas 148 Lx. Sebagaimana data penyalaan, waktu pemadaman juga mengalami perbedaan yaitu antara pukul 5.49 Wib sampai dengan pukul 5.53 Wib.

Tabel 2 Daftar Pengujian *Smart Lighting* Lampu Padam

Waktu Pengujian	Pukul (WIB)	Intensitas Cahaya
Hari ke-1 (13 April 2017)	5.53	>148 Lx
Hari ke-2 (14 April 2017)	5.50	>148 Lx
Hari ke-3 (15 April 2017)	5.49	>148 Lx
Rata-rata	5.51	

Pada pengujian dengan mode manual dan berdasarkan pengamatan diperoleh data bahwa pada setiap harinya lampu penerangan luar gedung dinyalakan rata-rata pada pukul 17.30, sedangkan pemadaman lampu luar biasanya dilakukan pada pukul 7.00 Wib. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penyalaan lampu luar dengan mode manual, setiap malamnya lampu penerangan luar menyala selama 13,5 jam. Dengan demikian ada

selisih antara durasi penyalan lampu antara mode auto dan manual selama 1,5 jam setiap malamnya. Hal ini tentunya berpengaruh terhadap penggunaan energi listrik, terutama konsumsi energi listrik untuk keperluan penerangan lampu luar.

2) Hasil Perhitungan Energi Penerapan Smart Lighting Berbasis Photocell

Saat ini, Gedung Fakultas Teknik yang terdiri atas 3 lantai hanya memiliki 39 unit lampu luar (tidak termasuk lampu taman dan lampu ruang parkir) yang masing-masing mempunyai daya sebesar 23 watt dan total daya lampu penerangan luar gedung berjumlah 897 watt. Sampai dengan penelitian ini selesai, pengoperasian lampu luar masih dikerjakan secara manual oleh operator, baik itu staff rumah tangga maupun petugas keamanan kampus. Waktu penyalan dan pemadaman oleh operator tersebut tidak dilakukan secara tepat waktu. Berdasarkan data yang diperoleh dari operator dan hasil pengamatan diperoleh bahwa lampu penerangan luar gedung dinyalakan setiap hari pada pukul 17.30 Wib dan dipadamkan pada pukul 07.00 Wib. Namun pada hari libur, lampu menyala selama 24 jam atau menyala secara terus menerus hingga hari kerja pada hari berikutnya.

Berdasarkan data dan informasi tersebut dapat diketahui bahwa, jika diasumsikan dalam sebulan adalah 30 hari (tanpa ada hari libur selain Minggu), maka pada terdapat 26 hari kerja dan 4 hari libur. Pada hari kerja lampu penerangan luar beroperasi setiap hari selama 13,5 jam dan pada hari Libur/Minggu lampu penerangan beroperasi selama 24 jam. Sehingga dalam sebulan lampu penerangan luar gedung beroperasi selama 447 jam setiap bulannya.

Adapun penerapan sistem otomatis lampu penerangan luar (*Smart Lighting*) gedung berbasis photocell ini, gedung Fakultas Teknik menggunakan lampu penerangan luar dengan daya 7 watt. Lampu penerangan luar ini berjenis LED dan lampu yang diujikan dengan sistem otomatis berjumlah 39 unit dan berada di gedung fakultas teknik. Diharapkan dengan menggunakan lampu jenis LED dan dengan pengoperasian sistem otomatis, maka konsumsi energi listrik untuk penerangan dapat dilakukan penghematan.

Dengan asumsi yang sama, bahwa dalam sebulan adalah 30 hari, jika setiap harinya lampu beroperasi selama 12 jam, maka dengan pengoperasian lampu penerangan luar menggunakan sistem otomatis selama sebulan diperoleh durasi penyalan selama 360 jam setiap bulannya.

Dengan menggunakan persamaan daya dan energi listrik, jumlah konsumsi energi listrik dapat dilakukan perhitungan. Sebagaimana diketahui bahwa beban listrik berupa lampu LED dengan daya 7 watt dan terdiri atas 39 unit lampu, sehingga

daya total lampu sebesar 273 watt dan lampu-lampu tersebut setiap malam digunakan selama 12 jam dengan pengoperasian mode auto, sehingga dalam 30 hari lampu dinyalakan selama 360 jam setiap bulannya.

Adapun menggunakan pengoperasian mode Manual yang dilaksanakan saat ini, dengan jumlah lampu sebanyak 39 unit yang masing-masing lampu berdaya 23 watt dan setiap malam lampu dinyalakan selama 13,5 jam pada hari kerja (26 hari) dan 24 jam pada hari libur (hari Minggu). Maka daya totalnya sebesar 897 watt dan dinyalakan selama 447 jam setiap bulannya.

Dengan perhitungan dengan menggunakan persamaan daya dan energi, dapat diketahui konsumsi energi listrik (kWh),

a. Perhitungan Energi Listrik dengan Mode Auto,

Konsumsi Energi Listrik (kWh) per bulan adalah
= total daya lampu (Watt) X lama pemakaian (Jam)
= 273 Watt x 360 jam
= **98.280** Watt Jam, atau
= 98,280 kWh

Jika Golongan Tarif R-3/TR atau S2 dengan daya 6.600 VA, sebesar Rp1.467,28/kWh, maka dengan demikian untuk tarif listrik sebesar Rp1.467,28/kWh dapat dilakukan efisiensi sebesar Rp144.204,278 setiap bulannya atau dalam setahun atau 12 bulan maka penghematan biaya yang diperoleh sebesar Rp1.730.451,341 per tahun

b. Perhitungan Energi Listrik dengan Mode Manual ,

Konsumsi Energi Listrik (kWh) per bulan adalah
= total daya lampu (Watt) X lama pemakaian (Jam)
= 897 Watt x 447 jam
= **400.959** Watt Jam, atau
= 400,959 kWh

Dengan tarif sebesar Rp1.467,28/kWh, maka biaya yang dikeluarkan sebesar Rp 588.319,122 per bulan atau dalam setahun biaya yang dikeluarkan sebesar Rp7.059.829,458

Adapun selisih konsumsi energi listrik untuk penerangan, antara pengoperasian dengan mode auto dan mode manual adalah

Selisih (kWh) Pemakaian Listrik
= Pemakaian Energi (Mode Manual) - Energi (Mode Auto)
= 400,959 kWh – 98,280 kWh

Sehingga selisihnya adalah 302,679 kWh

Jika dihitung secara ekonomi, maka terdapat perbedaan pengeluaran biaya antara pengoperasian dengan mode manual dengan mode otomatis. Besarnya selisih biaya itu adalah sebesar Rp444.114,843 per bulan atau sebesar Rp5.329.378,117 setiap tahunnya.

Dengan pengoperasian sistem penerangan luar dengan menggunakan sistem otomatis berbasis photocell akan menghemat energi 302,679 kWh setiap bulan.

Gedung Fakultas Teknik merupakan pelanggan PLN dengan Golongan Tarif R-3/TR atau S2 dengan daya 6.600 VA.

Dalam perhitungan ini telah menggunakan lampu hemat energi berjenis LED dan pengoperasian menggunakan mode auto, jika diasumsikan tidak menggunakan lampu jenis LED dan pengoperasian masih manual, tentunya konsumsi energi listrik akan semakin besar setiap bulannya.

4. KESIMPULAN

Mengacu ke hasil dan bahasan, maka penerapan Sistem Otomatis Penerangan Luar (Smart Lighting) berbasis Photocell telah dapat digunakan pada LVMDP di Fakultas Teknik. Berdasarkan hasil pengujian sistem otomatis pengoperasian lampu penerangan luar gedung berjalan dengan baik. Berdasarkan data rata-rata yang diperoleh bahwa photocell bekerja untuk menyalakan lampu pada pukul 17.50 Wib dan padam pada pukul 5.51 Wib. Dengan menggunakan sistem otomatis (Mode Auto), energi listrik yang dapat dihemat sebesar 2,205 kWh pada setiap bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daman Suswanto. Sistem Distribusi Tenaga Listrik (Edisi Pertama). Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik. Universitas Negeri Padang, Padang. 2009
- [2] PT PLN (Persero). Buku I: Kriteria Disain Enjineriing Konstruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik. Kelompok Kerja Standar Kontruksi Jaringan Distribusi Tenaga Listrik dan Pusat Penelitian Sains dan Teknologi Universitas Indonesia. Jakarta. 2010.
- [3] Adeng Lukmantara. KOMPONEN KOMPONEN PADA PANEL. <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/komponen-komponen-pada-panel.html>.
- [4] Pabla, As & Hadi, Ir. Abdul, "Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Erlangga, Jakarta, 1991.
- [5] Antonius Ibi Weking. PERENCANAAN SISTEM KONTROL PENERANGAN DI VILLA ALILA TANAH LOT TABANAN BALI. Jurnal Teknologi Elektro Vol. 9 No. 2 Juli – Desember 2010. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran. Bali. 2010.
- [6] Kris. Prinsip Kerja Photo Cell. 2010. <http://ionozer.blogspot.com/2010/10/prinsip-kerja-photocell.html>
- [7] Universitas Sumatera Utara (USU). Sensor. 2010 <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18322/3/Chapter%20II.pdf>
- [8] PUIL (Persyaratan Umum Instalasi Listrik) 2000
- [9] Samaullah, Hazairin, "Dasar-Dasar Sistem Proteksi Tenaga Listrik", Universitas Sriwijaya, Palembang 2004
- [10] <http://aloekmantara.blogspot.co.id/2014/05/sistem-elektrikal-gedung.html>
- [11] <http://panelpanellistrik.blogspot.co.id>