

Perancangan Model Pengontrol Peralatan Elektronik Menggunakan Teknik Mux-Demux Sebagai Upaya Penghematan Penggunaan Energi Listrik

¹Sarono Widodo

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Semarang
E-mail : ¹sarono.widodo@polines.ac.id

Abstrak

Peralatan elektronik seperti di kantor sering tidak efisien karena beberapa perangkat masih berfungsi walaupun tidak ada aktivitas. Pengontrol peralatan dengan pengatur waktu adalah salah satu untuk mengatasi masalah ini. Tetapi mode seperti itu memiliki masalah ketika tepatnya peralatan dibutuhkan saat masih digunakan. Desain ini adalah model untuk mengendalikan peralatan elektronik, seperti di kantor yang dapat dikelola secara terpusat oleh operator. Teknik yang digunakan adalah membuat pengontrol dengan teknologi mux-demux. Teknik ini mengatur setiap perangkat hanya dengan mengaktifkan atau menonaktifkan peralatan yang akan dikontrol melalui pusat kontrol. Sistem ini memiliki tiga bagian: bagian mux-demux, bagian kontrol, dan bagian driver peralatan. Dari hasil penelitian melalui uji laboratorium dan simulasi diperoleh bahwa sistem kontrol ini dapat mengontrol peralatan elektronik per unit peralatan atau keseluruhan peralatan secara bersamaan. Dari hasil simulasi menunjukkan rancangan model pengontrolan ini mudah diimplementasikan dan mampu menghemat energi listrik

Kata kunci : pengontrol, mux-demux, peralatan, elektronik, penghematan

Abstract

Electronic equipment such as in offices is often inefficient because some device is still working even though there is no activity. A timing equipment controller is one to overcome these problems. But such mode has problems when precisely the equipment is needed while still in use. This design is a model for controlling electronic equipment, such as in offices that can be centrally managed by the operator. The technique used is to create a controller with the mux-demux technology. This technique regulates each device only by activating or deactivating the equipment to be controlled through the control center. This system has three parts: the mux-demux section, the control section, and the equipment driver section. From the results of research through laboratory tests and simulations obtained that this control system can control electronic equipment per unit of equipment or overall equipment together. The simulation results show that the design of this control model is easy to implement and saves electricity

Keywords : controller, mux-demux, equipment, electronics, savings

I. PENDAHULUAN

Energi listrik memiliki banyak manfaat dan menjadi komoditas strategis untuk keperluan kehidupan manusia [1],[2]. Sumber energi listrik tersebut telah disediakan oleh pemerintah dan sebagian masih secara swadaya diupayakan oleh masyarakat [3],[4]. Pemanfaatan energi yang terbatas ini sebaiknya digunakan seefektif dan seefisien mungkin sesuai keperluannya [5].

Pengaturan operasional penggunaan energi listrik pada perkantoran atau perusahaan merupakan salah satu upaya efisien [6] dan membutuhkan kebijakan manajemen dalam mengatur penggunaan energi listrik untuk

konsumsi peralatan elektronik dan kebutuhan energi lainnya sesuai waktu kerja [7],[8].

Multiplexer (Mux) dan Demultiplexer (Demux) adalah sebuah teknik yang umumnya digunakan pada transmisi jarak jauh dengan mengatur sejumlah masukan yang dipilih untuk ditransmisikan dalam satu jalur layanan dan diterima pada sisi penerima sesuai pilihan yang dikirimkan. Pemanfaatan teknik Mux-Demux dalam penelitian ini digunakan sebagai remote untuk mengontrol peralatan elektronik dalam suatu gedung atau perkantoran. Seperti dalam Permen ESDM [8] sebagai upaya penghematan adalah dengan mengontrol pemakaian peralatan listrik.

II. METODE PENELITIAN

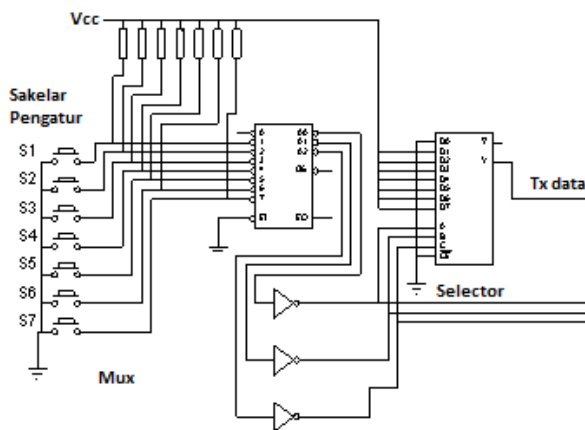
Penelitian ini dilakukan dengan tahapan perancangan, simulasi dan pengujian laboratorium.

2.1 Perancangan

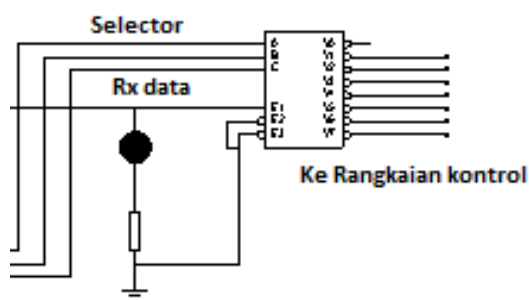
Perancangan model ini meliputi tiga bagian yaitu sistem mux-demux, rangkaian pengontrol dan rangkaian driver dan relai ke peralatan.

2.1.1 Mux-demux

Mux-demux atau disebut Multiplexer-Demultiplexer adalah suatu teknik pengiriman data *multi channel* yang diatur oleh sakelar digital [9] dikirimkan melalui saluran tunggal. Pada penerima, data yang diterima dipilih oleh sakelar digital *remote* dan ditujukan pada keluaran *multi channel* yang dipilih. Gambar 1 menunjukkan rancangan mux-demux yang digunakan sebagai teknik pengontrol peralatan.



a. Multiplexer (Mux)



Demux

b. Demultiplexer (Demux)

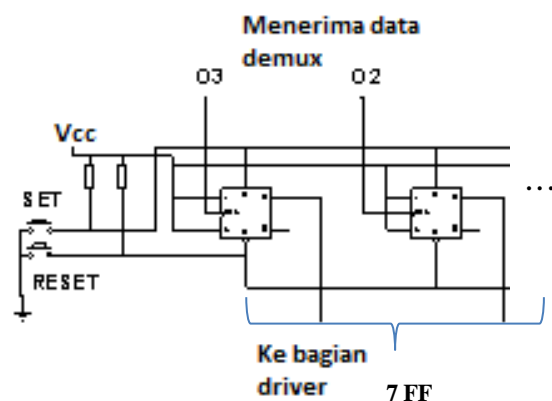
Gambar 1 Mux-demux

Pada Gambar 1 (a) bagian multiplexer (mux) dan (b) bagian demultiplexer (demux). Pada bagian multiplexer terdapat tujuh sakelar pengatur

untuk memilih peralatan yang akan diaktifkan atau dinon-aktifkan. Masukan setiap sakelar pada bagian mux akan diterima oleh sebuah encoder untuk menghasilkan tiga bit yang mewakili setiap masukan sakelar. Sakelar yang digunakan adalah *push button* untuk sesaat mendapatkan logik nol pada saat sakelar ditekan. Tiga bit keluaran encoder adalah 110, 101, 100, 011, 010, 001 dan 000 yang mewakili masukan S1, S2, S3, S4, S5, S6 dan S7. Keluaran encoder di balik dengan komonen inverter untuk memeberikan nilai konversi sesuai masukan sakelar agar dapat dibaca oleh komponen multiplexer dan remote pada komponen demultiplexer. Keluaran multiplexer dalam bentuk data logik tinggi dari sakelar yang dipilih dan dikirimkan melalui Tx data (saluran tunggal). Data tersebut diterima pada Rx data dan dikontrol oleh keluaran encoder yang di remote untuk menghasilkan keluaran pada demultiplexer yang bersesuaian.

2.1.2 Pengontrol

Keluaran dari demultiplexer berfungsi sebagai *clock* (triger) flip flop pada rangkaian pengontrol. Rangkaian pengontrol memiliki dua fungsi, yaitu sebagai pengatur menghidupkan/mematikan semua peralatan dan mendorong rangkaian driver. Gambar 2 menunjukkan bagian dari rangkaian pengontrol.



Gambar 2 Bagian Pengontrol

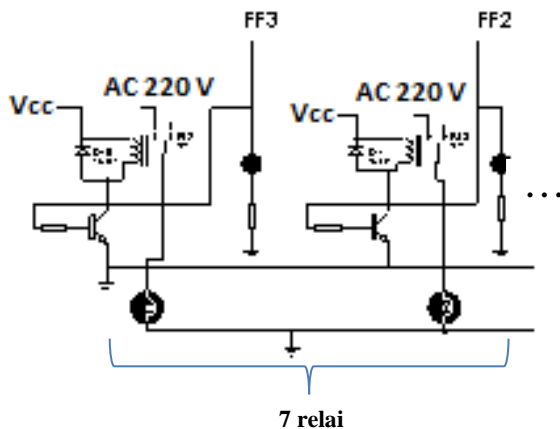
Pada bagian pengontrol ini dilengkapi dengan dua sakelar *push button* yaitu SET dan RESET. Sakelar SET digunakan untuk menghidupkan semua peralatan elektronik yang terhubung pada sistem. Sakelar RESET digunakan untuk mematikan semua peralatan.

Saat sakelar SET ditekan, logik rendah akan dikirimkan ke semua masukan SET atau PRESET flip flop akibatnya keluaran semua flip flop

berlogik tinggi. Ketika sakelar RESET ditekan, logik rendah akan dikirimkan ke semua masukan RESET atau CLEAR flip flop yang berakibat semua keluaran flip flop berlogik rendah. Logik tinggi dan rendah dari keluaran flip flop digunakan untuk mendorong rangkaian driver untuk menghidupkan atau mematikan semua peralatan elektronik.

2.1.3 Driver dan relai

Rangkaian driver dan relai adalah rangkaian untuk mengaktifkan atau menon-aktifkan relai yang pada peralatan. Relai akan bekerja ketika transistor mendapat logik tinggi dari rangkaian pengontrol. Relai menjadi sebuah sakelar untuk menghubungkan sumber listrik ke peralatan. Gambar 3 menunjukkan rangkaian driver dan relai.



Gambar 3 bagian driver dan relai

Pada penelitian ini semua beban (peralatan elektronik) diganti dengan lampu untuk menguji dan mensimulasikan sistem.

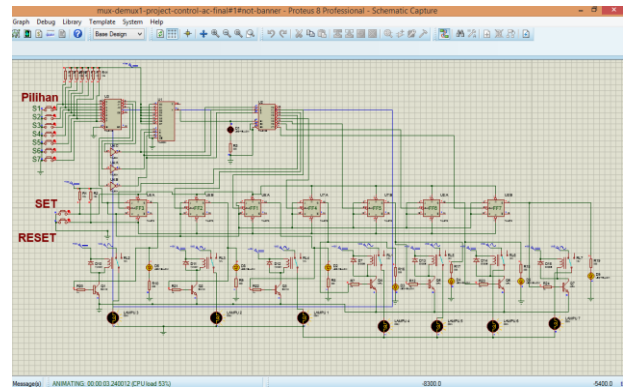
2.2 Simulasi dan pengujian

Simulasi sistem dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak aplikasi Proteus. Tujuan simulasi adalah untuk mendapatkan respon dari perancangan teknik mux-demux sampai pada pengontrolan peralatan.

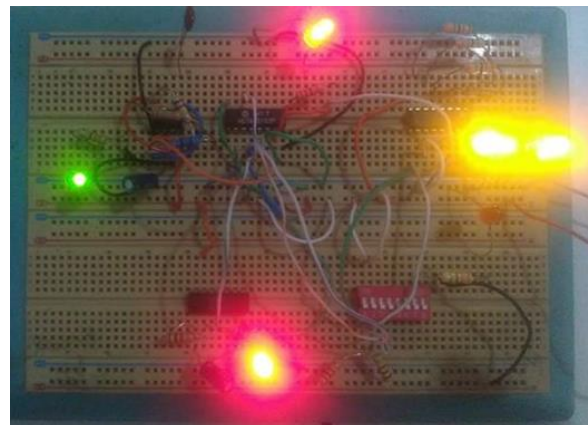
Pada kondisi awal simulasi, semua peralatan tidak bekerja. Simulasi pertama adalah mengaktifkan setiap sakelar pemilih/pengontrol mulai dari S1, S2, S3, S4, S5, S6 sampai S7 dan dilanjutkan dengan fungsi sakelar SET dan RESET. Gambar 4 menunjukkan proses simulasi sistem.

Pengujian mux-demux dilakukan dengan memasang komponen-komponen utama multiplexer dan demultiplexer dengan sumber data berupa rangkaian astable multivibrator.

Komponen-komponen tersebut di rangkai pada sebuah protoboard seperti terlihat pada Gambar 5. Tujuan pengujian ini adalah untuk membuktikan secara riil rangkaian khususnya mux-demux bahwa sistem dapat bekerja dengan baik.

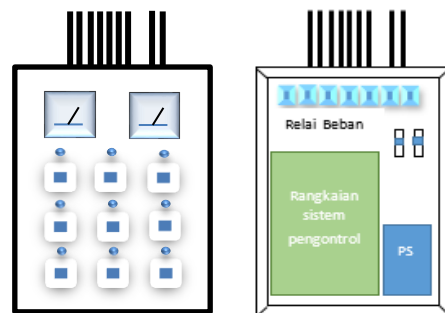


Gambar 4 Simulasi sistem



Gambar 5 Pengujian mux-demux

Pusat pengontrolan dirancang dalam sebuah kotak (panel) yang berisi blok rangkaian pengontrol dilengkapi dengan V-meter dan A-meter untuk mengetahui penggunaan daya listrik pada beban (peralatan) seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6 Rancangan panel pengontrol

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian simulasi dilakukan dengan tahapan:

1. Menguji mux-demux
2. Menguji sakelar pengatur peralatan
3. Menguji sakelar SET dan RESET

Dari hasil pengujian simulasi diperoleh data seperti ditunjukkan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan tabel 4. Tabel 1 data hasil pengujian mux-demux yang menunjukkan hubungan antara sakelar pemilih dengan keluaran demux. Tabel 2 data pengujian peralatan yang dikontrol lewat sakelar pemilih S1 sampai dengan S7. Tabel 3 data pengujian menghidupkan dan mematikan semua peralatan melalui sakelar SET dan RESET. Tabel 4 data pengujian gabungan sakelar S1 sampai dengan S7 dan sakelar SET dan RESET.

TABEL 1 DATA PENGUJIAN SIMULASI MUX-DEMUX

Sakelar (push)	Keluaran Demux	Indikator LED (Tx-Rx-data)
S1	Y1=0	menyala
S2	Y2=0	menyala
S3	Y3=0	menyala
S4	Y4=0	menyala
S5	Y5=0	menyala
S6	Y6=0	menyala
S7	Y7=0	menyala

TABEL 2 DATA PENGUJIAN MENGATUR PERALATAN

Sakelar (push)	Status sakelar	LED Indikator beban	Lampu (Beban)
-	off	padam	Semua padam
S1	on	menyala	Lampu1:menyala
S1	off	menyala	Lampu1:menyala
S1	on	padam	Lampu1:padam
S2	on	menyala	Lampu2:menyala
S3	on	menyala	Lampu3:menyala
S4	on	menyala	Lampu4:menyala
S5	on	menyala	Lampu5:menyala
S6	on	menyala	Lampu6:menyala
S7	on	menyala	Lampu7:menyala

TABEL 3 DATA PENGUJIAN MENGATUR PERALATAN MENGGUNAKAN SAKELAR SET DAN RESET

Sakelar (push)	Status sakelar	LED Indikator beban	Lampu (Beban)
-	off	padam	Semua padam
SET	on	menyala	Lampu1-7:menyala
SET	off	menyala	Lampu1-7:menyala
RESET	on	padam	Lampu1-7:padam
RESET	off	padam	Lampu1-7:padam

TABEL 4 DATA PENGUJIAN MENGATUR PERALATAN MENGGUNAKAN SAKELAR S1-S7 DAN SET RESET

Sakelar (push)	Status sakelar	LED Indikator beban	Lampu (Beban)
-	off	padam	Semua padam
S1	on	menyala	Lampu1:menyala
S1	off	menyala	Lampu1:menyala
S1	on	padam	Lampu1:padam
S2	on	menyala	Lampu2:menyala
S2	off	menyala	Lampu2:menyala
S3	on	menyala	Lampu3:menyala
S4	on	menyala	Lampu3:menyala
RESET	on	padam	Lampu1-7:padam
RESET	off	padam	Lampu1-7:padam
SET	on	menyala	Lampu1-7:menyala
S5	on	padam	Lampu5:padam
S6	on	padam	Lampu6:padam
S7	on	padam	Lampu7:padam
SET	on	menyala	Lampu1-7:menyala
SET	off	menyala	Lampu1-7:menyala
RESET	on	padam	Lampu1-7:padam

Data hasil pengujian simulasi pada Tabel 1 menunjukkan rangkaian mux-demux bekerja dengan baik. Sakelar pengontrol tunggal (S1 sampai dengan S7) dibaca/ diterima encoder yang dikodekan dalam tiga bit sebagai selector (sakelar digital) multiplexer. Tiga bit kode ini juga diremote ke demultiplexer sehingga selector multiplexer juga menjadi selector demultiplexer.

Saat sakelar push button S1 ditekan, keluaran mux berlogik tinggi karena data channel masukan (1) yang dipilih oleh S1 terhubung ke Vcc (logik tinggi), sehingga indikator LED Tx-Rx data menyala. Indikator ini dibutuhkan sebagai pembuktian bahwa channel masukan yang dipilih bekerja dengan baik. Encoder menghasilkan kode 011 yang di balik dengan gerbang inverter menjadi 001 (kode sakelar S1) sebagai selector multiplexer dan demultiplexer. Keluaran demux (Y1=0) menunjukkan bahwa selector demux dan data channel masukan (1) bekerja dengan baik. Pengujian yang sama dihasilkan sesuai fungsi mux-demux untuk pengontrol dengan sakelar S2 sampai dengan S7.

Pengujian beban/ peralatan seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Saat S1 diaktifkan (on) LED indikator beban menyala dan lampu1 sebagai pengganti beban menyala. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa keluaran demux sebagai fungsi clock pada FF 1 menghasilkan keluaran logik tinggi yang mendorong rangkaian drive dan relai sehingga kontaktor relai bekerja untuk menghubungkan sumber tegangan 220 volt AC dengan beban (lampu1). Pada rancangan ini

semua sakelar menggunakan sakelar push button yang hanya on ketika ditekan dan setelah itu kembali off. Pada saat S1 off, FF1 yang menghasilkan keluaran logik tinggi dipertahankan sehingga lampu1 tetap menyala. Saat s1 di on kan kembali, keluaran Y1 demux berubah dari logik tinggi ke logik rendah yang akan mentrigger FF1 sehingga keluaran FF1 menjadi toggle dari logik tinggi ke logik rendah dan lampu1 padam.



Hasil pengujian seperti pada Tabel 3 adalah pengujian untuk sakelar SET dan RESET. Kebutuhan untuk menghidupkan dan mematikan peralatan secara bersamaan dapat dilakukan dengan menggunakan sakelar tersebut. Sakelar SET saat di on kan akan mengaktifkan masukan PRESET semua FF sehingga keluaran semua FF berlogik tinggi. Keluaran logik tinggi ini akan mendorong rangkaian driver dan relai. Semua kontaktor relai bekerja untuk menghubungkan semua lampu ke sumber listrik 220 volt AC sehingga semua lampu menyala. Saat sakelar RESET di on kan akan mengaktifkan masukan RESET/Clear semua FF sehingga keluaran FF berogik rendah. Akibatnya tidak ada sumber tegangan pada rangkaian driver dan relai sehingga kontaktor relai off dan memutus hubungan antara sumber tegangan AC dengan lampu dan semua lampu menjadi padam.

Hasil pengujian yang ditunjukkan Tabel 4 adalah pengujian pengontrolan menggunakan sakelar tunggal dan sakelar SET RESET secara simultan. Sakelar tunggal akan mengaktifkan peralatan (lampu) sesuai pilihan sakelar dan sakelar SET dan RESET adalah untuk menghidupkan dan mematikan semua peralatan secara bersama. Disaat semua peralatan menyala atau sebaliknya, sakelar tunggal dapat digunakan untuk mengontrol peralatan sesuai sakelar yang diaktifkan. Dalam simulasi pengujian ketika semua lampu menyala dan S5, S6 dan S7 diaktifkan (on), maka lampu5, lampu6 dan lampu7 menjadi padam.

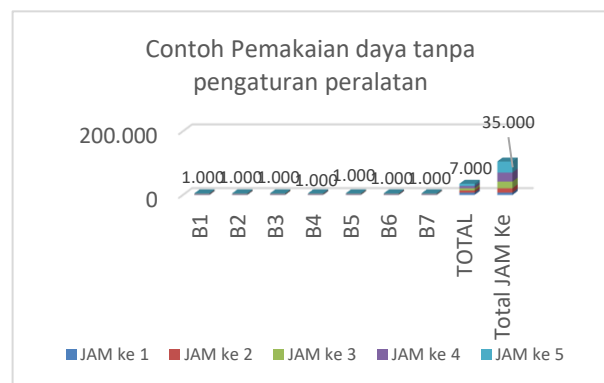
Pengujian mux-demux menggunakan komponen digital seperti pada Gambar 5 adalah menguji secara elektrik hubungan antar komponen mux dan demux. Masukan data yang diujikan berbentuk data level tegangan logik tinggi, data berbentuk sinyal kotak yang menghasilkan frekuensi (f1) yang dibangkitkan dari IC 555 sebagai astabel dan data sinyal kotak yang menghasilkan frekuensi (f2) yang dibangkitkan dari IC 74LS14 inverter schmitt trigger. Rangkaian yang diujikan dalam sebuah protoboard ini untuk menguji setiap data dari ketiga data tersebut. Dan hasil pengujian

menunjukkan bahwa ketika S1 diaktifkan akan menyelesi data channel 1 terkirim pada Tx-Rx data mux-demux berupa tegangan konstan logik 1 yang ditandai dengan indikator LED menyala. Saat S2 diaktifkan, mux mengirimkan sinyal kotak f1 dari astabel sehingga pada keluaran demux terlihat LED berkedip sesuai f1. Pada pegujian ketiga dengan mengaktifkan S3, mux mengirimkan sinyal kotak f2 dan pada keluaran demux nampak LED berkedip dengan f2. Hasil pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

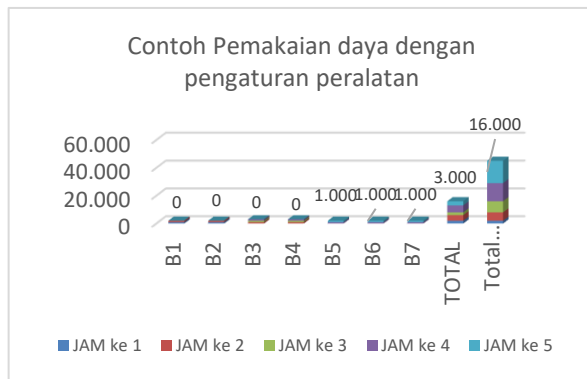
TABEL 5 DATA PENGUJIAN MUX-DEMUX DENGAN KOMPONEN DIGITAL

Data channel Mux	sakelar	Indikator LED Tx-Rx data	Indikator LED Keluaran Demux
Tegangan logik1	S1	LED menyala konstan	LED menyala konstan
	S2	Berkedip dengan waktu cepat	Berkedip dengan waktu cepat
	S3	Berkedip dengan waktu lambat	Berkedip dengan waktu lambat

Model pengontrolan pada penelitian ini juga dilakukan dengan mensimulasikan beban (penggunaan daya). Simulasi pertama adalah beban penuh dimana semua peralatan menyala yang menjadikan tidak efisien penggunaan energi listrik. Dalam simulasi ini peralatan dalam suatu ruangan tetap dihidupkan setelah kegiatan selesai. Simulasi kedua adalah pemanfaatan sistem peralatan untuk mengatur peralatan yang dinyalakan/dipadamkan sesuai dengan kebutuhan alat yang digunakan.



Gambar 7 Grafik pemakaian daya tanpa pengaturan peralatan



Gambar 8 Grafik pemakaian daya dengan pengaturan peralatan

Penghematan penggunaan energi listrik dengan menggunakan sistem pengontrol peralatan pada perkantoran atau gedung perkuliahan/ laboratorium dapat dilakukan secara efektif dengan tanggung jawab dan kedisiplinan untuk mengontrol peralatan-peralatan elektronik/listrik yang hanya dibutuhkan. Dalam sistem ini dibutuhkan operator yang selalu mengontrol penggunaan peralatan dalam suatu ruangan. Ketidakedulian pengguna peralatan pada suatu ruangan seperti tidak mematikan AC, LCD proyektor dan peralatan elektronik/listrik lainnya berdampak pada ketidakefisiennya pemakaian energi listrik dan menjadi sebuah pemborosan energi dan biaya. Gambar 7 disimulasikan penggunaan daya listrik selama lima jam untuk tujuh beban bersamaan yang rata-rata tiap beban sebesar 1000 watt. Selama lima jam peralatan tersebut memakai daya sebesar 35.000 watt. Simulasi kedua seperti pada Gambar 8 dilakukan perhitungan untuk penggunaan peralatan yang diatur berdasarkan pengontrolan peralatan. Peralatan-peralatan elektronik/listrik pada ruang-ruang seperti laboratorium, ruang rapat yang sudah tidak digunakan dimatikan terpusat. Hasil dari perhitungan simulasi menunjukkan selama rentang waktu lima jam hanya mengkonsumsi daya listrik sebesar 16.000 watt. Dari kedua simulasi ini menunjukkan bahwa dengan kedisiplinan dan pengontrolan yang ketat pada penggunaan peralatan elektronik/ listrik yang tidak digunakan dalam kegiatan kantor atau kampus sangat mengurangi penggunaan energi listrik sehingga dapat menjadi penghematan energi dan biaya.

IV. KESIMPULAN

Dari analisa yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan:

1. Model pengontrolan peralatan elektronik dapat dirancang dengan teknik mux-demux.
2. Rancangan model pengontrolan dengan teknik mux-demux sangat sederhana dan mudah diimplementasikan.

3. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa rancangan model pengontrolan peralatan elektronik dengan teknik mux-demux dapat mengatur peralatan secara tunggal dan sejumlah peralatan secara bersama.
4. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa pemakaian daya dengan pengaturan peralatan dapat dihemat sehingga dapat mengurangi penggunaan energi listrik dan biaya yang dikeluarkan.
5. Sebagai pengembangan sistem dan kepraktisan dalam operasional pengontrolan peralatan elektronik/ listrik di perkantoran atau kampus dapat dikembangkan dengan menggunakan sistem berbasis mikrokontroler dan smart phone serta menggunakan media transmisi wireless/internet

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Program Strategis EBTKE dan Ketenagalistrikan, Jurnal Energi:Media Komunikasi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Edisi 02/2016,p.9. 2016.
- [2] Helmia Adita Fitri,"Ketahanan masyarakat terhadap Ancaman Krisis Energi Listrik di Kabupaten Lampung Selatan, provinsi lampung," Jurnal Wilayah dan Lingkungan, Vol 6, No 2, pp. 58-73, April 2018.
- [3] Jasa, Lie., "Mengatasi Krisis Energi dengan Memanfaatkan Aliran Pangkung sebagai Sumber Pembangkit Listrik Alternati," Teknologi Elektro, Vol 9, No 2, pp.182-190, Juli-Desember 2010.
- [4] Imam Kholiq,"Pemanfaatan Energi Alternatif Sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Substitusi BBM," Jurnal IPTEK, Vol 19, No 2, pp. 75-91, Desember 2015.
- [5] Ajen Mukarom, Manajemen Konservasi Energi Listrik Melalui Pendekatan Financial Assessment Approach at PT XYZ, Widyariset, Vol 17, No 1, pp. 71-82, April 2014.
- [6] H.N.Pratama, "Studi Pengelolaan Energi Listrik di Perusahaan Pengolahan Daging PT.Soejasch Bali, Teknologi Elektro, Vol 16, No 02, pp.31-36, Mei-Agustus 2017.
- [7] Toto Sukisno, N.Yuniarti, Sunyoto,"Tingkat Intensitas Konsumsi Energi Listrik di Jurusan Pendidikan Teknik Elektro FT UNY:Sebuah Upaya Menuju ISO 50001. (http://eprints.uny.ac.id/31065/1/ARTIKEL%20Hiber_Sunyoto.pdf) unduh 7 Juni 2020.
- [8] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2012 tentang Penghematan Pemakaian tenaga Listrik.
- [9] Administrator, 2015, Multiplexer (MUX) and Multiplexing. (<https://www.electronicshub.org/multiplexerandmultiplexing/>)