

STUDI PENGGUNAAN SISTEM OTOMASI TERINTEGRASI GEDUNG (*BUILDING AUTOMATION SYSTEM*) PADA APARTEMEN

Prian Gagani Chamdareno¹, Budiyanto², Gunawan Setiyo Budi³

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta

Jl. Cempaka putih tengah, no.XXVII, Jakarta pusat

Email : prian.gagani@ftumj.ac.id, budiyen@gmail.com, tiyo.budi83@gmail.com

Abstrak

Sistem distribusi energi listrik pada gedung apartemen di Indonesia umumnya masih menggunakan sistem distribusi energi listrik konvensional, sehingga kelalaian penghuni apartemen dalam penggunaan energi listrik dapat mengakibatkan pemborosan khususnya pada unit hunian apartemen.

1 PENDAHULUAN

Penggunaan Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (*Building Automation System*), agar bisa mengontrol penggunaan energi listrik pada apartemen.

Dari analisis penggunaan Sistem Otomasi Terintegrasi (*Building Automation System*) pada sistem distribusi energi listrik dan pemasangan ulang sistem distribusi energi listrik dapat menghemat daya sebesar 18,77 %.

Dalam sebuah gedung apartemen mempunyai bebrapa tipe hunian tetapi dalam jumlah yang banyak, didalam hunian tersebut memerlukan energi listrik yang tidak terlalu besar tetapi dikalikan dengan jumlah hunian yang sangat banyak, maka energi listrik yang digunakan sangatlah besar. Apartemen adalah salah satu pengguna energi listrik terbesar.

Dengan banyaknya hunian sehingga banyak juga manusia yang tidak memiliki kesadaran pentingnya hemat energi, maka banyak terjadi pemborosan pada penggunaan energi listrik terbuang cuma-cuma, dengan cara meninggalkan lampu menyala atau pendingin ruangan (*Air Conditioning*) beroperasi disaat para pemilik hunian apartemen tersebut meninggalkan hunian mereka untuk melakukan aktifitas diluar rumah baik siang maupun dimalam hari. Oleh karena itu diperlukannya sebuah sistem yang dapat mengontrol secara terintergrasi, seperti halnya dikedung perkantoran yang besar dimana didalam gedung perkantoran tersebut memerlukan energy listrik yang sangat besar, apabila sistem tersebut difungsikan bisa mengontrol disaat karyawan dan karyawati meninggalkan ruangan pada saat jam istirahat maupun jam pulang kerja.

Dalam perkembangannya Sistem Otomasi Terintegrasi (*Building Automation System*) melalui system komputerisasi ini banyak

digunakan pada gedung perkantoran yang fungsinya untuk pengontrolan atau pengendalian sistem penerangan yang system pengendaliannya melalui panel-panel distribusi utama perlantai atau ruangan, pendingin ruangan, peralatan komunikasi, parkir dan keamanan dalam sebuah gedung.

Dalam penelitian ini saya akan melakukan evaluasi penggunaan Sistem Otomasi Terintegrasi (*Building Automation System*) untuk mengurangi pemborosan penggunaan energi listrik pada apartemen khususnya hunian yang sering ditinggalkan oleh pemiliknya, pada sistem pengontrolan ini akan melewati panel lantai, sistem langsung masuk kedalam panel yang didalamnya terdapat beberapa gruping melalui pengaman MCB (*Main Circuit Breaker*) yang melayani gruping lampu penerangan, stop kontak, pendingin ruangan, dan pemanas air dalam bentuk daya tampung air kecil (*portable*).

Pada sebuah gedung apartemen, konsumsi energi listrik yang besar terdapat pada hunian apartemen, yang diamana didalam hunian tersebut terdapat penggunaan peralatan-peralatan yang membutuhkan energi listrik yang sangat besar seperti lampu penerangan, mesin pendingin ruangan (*Air Conditioning*), kulkas, pemanas makanan dan minuman, pemanas air dalam bentuk daya tampung air kecil (*portable*) serta perlatan lainnya.

2 APARTEMEN DAN HUNIAN APARTEMEN

2.1 Apartemen

Apartemen adalah bangunan gedung bertingkat yang dibangun dalam suatu lingkungan yang terbagi dalam bagian-bagian yang distrukturkan secara fungsional, baik dalam arah horizontal maupun vertikal dan merupakan satuan-satuan

yang masing-masing dapat dimiliki dan digunakan secara terpisah, terutama untuk tempat hunian yang dilengkapi fasilitas-fasilitas penunjang yang sangat lengkap seperti:

- A. Sistem Kelistrikan.
- B. Sistem Tata Udara.
- C. Sistem Mekanikal.
- D. Sistem Pemadam Kebakaran.
- E. Sistem Elektronik.

2.2 Sistem Penunjang Pada Apartemen

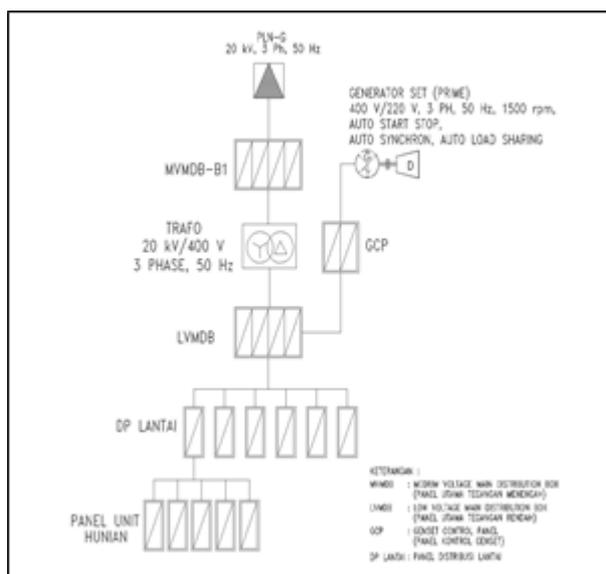
Di dalam apartemen sistem penunjang sangatlah penting untuk berjalannya kegiatan apapun yang berada didalam apartemen, adapun sistem-sistem tersebut akan dijelaskan, dibawah ini:

A. Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan pada gedung apartemen adalah sistem yang berfungsi membangkitkan, mentransmisikan dan mendistribusikan energi listrik dari pusat pendistribusian menuju konsumen.

Pada apartemen mempunyai dua sumber energi kelistrikan yaitu, yang utama dari PLN (Purusahaan Listrik Negara) dan Generator Set (Genset) yang didistribusikan ke unit hunian melalui meteran listrik yang berada di panel distribusi perantai dan didistribusikan ke peralatan yang membutuhkan energy listrik

Diagram sistem distribusi energi listrik yang berada diapartemen secara umum diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 1. Gambar skematik pendistribusian energi listrik

Pada gambar dimana alur dari pendistribusian hingga ke panel hunian dimulai melalui Gardu Induk (GI) yang dimiliki oleh PLN

kemudian melalui panel teganga menengah (MVMDB) setelah itu melalui Trafo 20kV/400V 3Phase 50Hz, setelah melalui Trafo menuju panel tegangan rendah (LVMDB), kemudian didistribusikan kesetiap lantai yaitu panel distribusi lantai (DP LANTAI), kemudian ke unit hunian.

B. Sistem Tata Udara

Sistem tata udara disebut sistem pengkondisian udara atau sistem HVAC (*Heating System Ventilation and Air Conditioning*). Sistem tata udara merupakan salah satu sistem pemanas, sirkulasi udara, dan pendingin yang ada pada umumnya dirangkum dalam satu sistem.

Tujuan dari sebuah sistem tata udara adalah untuk memberikan sebuah lingkungan yang nyama untuk penghuninya dengan mengkondisikan variable dalam udara ruangan yang meliputi : Temperatur, *Humidity*, *Air Velocity*, dan *Cleanliness*, dan menyebarkannya keseluruhan ruang.

Variabel-variabel udara yang diatur pada sistem tata udara adalah sebagai berikut :

- Temperatur

Secara umum berarti temperatur *dry-bulb*, dan mengindikasi panas dan dingin. Derajat temperatur harian adalah cara yang digunakan untuk membantu mengindikasikan panas atau dingin yang diperlukan untuk setiap harinya. Di Indonesia terdapat standar umum yang digunakan untuk menentukan temperatur yang nyaman, yang digunakan dalam suatu ruangan. Di Indonesia standar ini dikeluarkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia) yaitu temperatur sebesar $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan kelembapan relative $60\% \pm 10\%^2$.

- Kelembapan (*Humidity*)

Menggambarkan rasi kelembapan yaitu istilah yang digunakan menunjukkan presentasi kadar uap air di udara. Kelembapan udara ini bergantung pada temperatur udara. Udara yang panas atau hangat mengandung uap air lebih banyak dari pada udara dingin. Kelembapan udara mempengaruhi rata-rata penguapan dari tubuh manusia. Kelembapan relatif (*Relative Humidity ratio*) atau perbandingan dari jumlah uap air diudara denga jumlah uap air yang paling baik pada temperature sama. Kelembapan *relative* dimana manusia merasa nyaman adalah $40\% - 60\%^3$ dari jumlah total uap air di udara.

- Kecepatan Udara (*Air Velocity*)

Berdasarkan standar SNI maka nilai *air velocity* adalah sebesar 0,15m/s. *Air flow* yang terlalu cepat dapat menyebabkan gangguan *thermal* atau masalah *body temperature control*,

saat *air flow* terlalu lambat dapat menyebabkan pencemaran, atau temperatur ruang menjadi naik.

- Kebersihan (*Cleanliness*)

Selama ruang udara tercemar oleh penguapan manusia, asap rokok, pembakaran, atau zat-zat yang diatur dalam masa *cleanliness* yang meliputi ventilasi. Zat-zat yang diatur dalam masa *cleanliness* yang meliputi partikel yang mengapung karbon monoksida, karbon dioksida, dan *formaldehide*.

C. Sistem Mekanikal

Sistem mekanikal atau umumnya pada apartemen biasa disebut dengan sistem plumbing atau pemipaan adalah system yang melayani dalam bentuk pemipaan, dimana fungsi dari sistem ini adalah untuk melayani kegiatan yang berhubungan dengan kegunaan air yaitu : Air Bersih, Air Kotor, dan Pipa *Venting*.

- Sistem Air Bersih

Sistem Air bersih adalah sistem pemipaan yang berfungsi untuk menyediakan air bersih ke seluruh ruangan yang memerlukan air bersih seperti toilet , taman, kolam renang dan lain-lain.

- Sistem air Kotor

Sistem Pembuangan Air Buangan, merupakan sistem instalasi untuk mengalirkan air buangan yang berasal dari peralatan saniter maupun hasil buangan dapur.

- Sistem Venting

D. Sistem *venting* merupakan sistem instalasi untuk mengeluarkan udara yang terjebak didalam instalasi pipa air buangan.

Sistem Pemadam Kebakaran

Sistem pemadam kebakaran atau sistem *fire fighting* disediakan di gedung sebagai *preventif* (pencegah) terjadinya kebakaran. Sistem ini terdiri dari sistem *sprinkler*, sistem *hydrant* dan *Fire Extinguisher*. Dan pada tempat-tempat tertentu digunakan juga sistem *fire gas*. Tetapi pada umumnya sistem yang digunakan terdiri dari: sistem *sprinkler*, *hydran* dan *fire extinguisher*.

Ada 3 pompa yang digunakan dalam sistem *sprinkler* dan *Hydran*, yaitu elektrik *pump*, diesel *pump* dan *jockey pump*. *Jockey pump* berfungsi untuk menstabilkan tekanan di instalasi, dan secara otomatis akan bekerja apabila ada penurunan tekanan. Dan jika ada *head sprinkler* yang pecah atau *hydran* digunakan, maka yang bekerja secara otomatis pompa elektrik bekerja, dan secara otomatis pula *jockey pump* akan berhenti bekerja. Pompa elektrik *pump* (atau elektrik *pump*) merupakan pompa utama yang bekerja bila *head sprinkler* atau *hydran* digunakan. Sedang pompa diesel merupakan pompa cadangan, jika pompa elektrik gagal

bekerja selama 10 detik, maka secara otomatis pompa ini akan bekerja.

Dalam sistem pemadam kebakaran dicabang menjadi 2 yaitu :

1. Sistem Pemadam Kebakaran *Sprinkler*

Sistem ini menggunakan instalasi pipa *sprinkler* bertekanan dan *head sprikler* sebagai alat utama untuk memadamkan kebakaran.

Sistem ada 2 macam, yaitu:

- a. *Wet Riser System*: Seluruh instalasi pipa *sprinkler* berisikan air bertekanan dengan tekanan air selalu dijaga pada tekanan yang relatif tetap.
- b. *Dry riser system* : Seluruh instalasi pipa *sprinkler* tidak berisi air bertekanan, peralatan penyedia air akan mengalirkan air secara otomatis jika instalasi *fire alarm* memerintahkannya.

Pada umumnya gedung bertingkat tinggi menggunakan sistem *wet riser*, seluruh pipa *sprinkler* berisikan air bertekanan, dengan tekanan air selalu dijaga pada tekanan yang relatif tetap.

Apabila tekanan dalam pompa menurun, maka secara otomatis *jockey pump* akan bekerja untuk menstabilkan tekanan air didalam pipa. Jika tekanan terus menurun atau ada *glass bulb head sprinkler* yang pecah maka pompa elektrik akan bekerja dan secara otomatis pompa *jockey* akan berhenti. Dan apabila pompa elektrik gagal bekerja setelah 10 detik, maka pompa cadangan diesel secara otomatis akan bekerja.

2. Sistem Pemadam Kebakaran *Hydrant*

Sistem ini menggunakan instalasi *hydrant* sebagai alat utama pemadam kebakaran, yang terdiri dari *box hydrant* dan *acesories*, pilar *hydrant* dan *siemese*. *Box Hydrant* dan *acesories* instalasinya (selang *hose nozzle*) atau disebut juga dengan *Fire House Cabinet (FHC)* biasanya ditempatkan dalam gedung, sebagai antisipasi jika sistem *sprinkler* dan sistem *fire extinguisher* kewalahan mengatasi kebakaran di dalam gedung. Sedang *Pilar hydrant* yang dilengkapi juga dengan *box hydrant* disampingnya, untuk menyimpan selang (*hose* dan *nozzle*) biasanya ditempatkan di area luar jalan disekitar gedung, digunakan jika sistem kebakaran di dalam gedung tidak memadai lagi. Dan *Siamese* berfungsi untuk mengisi air *ground tank* (sumber air *hydrant*) tidak memadai lagi atau habis. *Siamese* ditempatkan di dekat dengan jalan utama. Hal ini untuk memudahkan dalam pengisian air dari mobil pemadam kebakaran.

Sistem *Hydrant* ini juga terdiri dari 2 system, yaitu:

- a. *Wet riser system*: Seluruh instalasi pipa hydran berisikan air bertekan dengan tekanan

yang selalu dijaga pada tekanan yang relatif tetap.

- b. *Dry Riser System*: seluruh instalasi pipa *hydrant* tidak berisikan air bertekanan, peralatan penyedia air akan secara otomatis jika katup selang kebakaran di buka.

Seperti halnya sistem *sprinkler*, jika ada tekanan dalam pipa instalasi menurun, maka pompa *jockey* akan bekerja. Dan jika instalasi *hydrant* dibuka maka secara otomatis pompa elektrik akan bekerja, dan *jockey pump* secara otomatis akan berhenti. Dan jika pompa elektrik gagal bekerja secara otomatis, maka pompa diesel akan bekerja.

E. Sistem Elektronik

Sistem elektronik pada apartemen adalah sistem yang melayani keperluan dalam media informasi atau sebagai media hubungan dari luar kedalam dengan cepat dan tepat.

Pada Sistem elektronik pada apartemen umumnya terdapat beberapa sistem yaitu :

- Sistem Alarm Pemadam Kebakaran

Sistem Alarm pemadam kebakaran pada apartemen berfungsi sebagai media informasi apabila terjadi kebakaran pada salah satu ruangan atau hunian. Sistem akan aktif bila tanda *indicator* atau alat *indicator* mendeteksi berupa asap atau api, lalu pada *control* utama yang berada pada ruang *control* akan memberikan sinyal berbentuk suara maupun sinyal berupa pencahayaan yang terdapat pada *Box Hydrant* yang ditempatkan di setiap lantai, sedangkan untuk alat deteksi asap maupun api berada pada ruangan maupun hunian yang terdapat barang atau adanya kegiatan manusia.

Pada sistem ini terbagi menjadi dua yaitu yang pertama sistem *Full Adressible* dan sistem *Semi Adressible*, *Full Adressible* yaitu sistem dalam pengalamatannya atau kontrolnya memberikan tanda kebakaran yang muncul di *monitor control* utama pada setiap ruangan atau hunian dengan alamat yang jelas, sedangkan *Semi Adressible* yaitu apabila terjadi kebakaran pada salah satu ruangan atau hunian, pada *monitor control* utama akan muncul hanya lantai dan area saja, untuk mendeteksi apabila terjadi kebakaran pada unit hunian lampu *indicator* yang berada dekat hunian umumnya ditempatkan didepan pintu akan menyala sehingga akan memberitahukan dan terlihat dari kejauhan.

- Sistem Telephone

Sistem Telephone dalam Apartemen distribusi utama dari TELKOM lalu didistribusikan untuk memenuhi dari persyaratan apartemen melalui PABX lalu di salurkan melalui MDF setelah itu disalurkan menuju ruangan-

ruangan yang memerlukannya, seperti ruang operator gedung, kantor gedung, hunian, dan lain-lain. Pada sistem telephone yang berada diapartemen untuk alamat atau penomoran untuk hunian langsung dari Telkom, tetapi untuk kantor, itu hanya perlu 1 atau 2 nomer dari Telkom untuk menyambung keruangan yang lain, umumnya itu hanya anak dari nomer yang utama dari apartemen. Karena apabila hunian diberikan anak nomer utama gedung itu untuk penagihan pemakaian akan masuk menjadi satu dengan tagihan gedung.

- Sitem MATV

Kebutuhan pengelolaan televisi dalam suatu bangunan menjadi kebutuhan, terutama di perkantoran, apartemen, bandara dan lain-lain. Sistem ini dinamakan dengan sistem master antena TV (MATV). Sistem MATV terdiri dari beberapa perangkat penerima (*receiver*), *mixer*, dan penguat sinyal.

Peralatan dari sistem MATV meliputi: peralatan utama, peralatan pendukung, unit *spur/distributor* dan perkabelan. Peralatan sentral sistem MATV meliputi unit antena penerima (antena parabola, antena hagi), *mixer preamplifier*, TVRO dan *chanel receiver*. Peralatan pendukung meliputi penyediaan vidio casset, tape player, *vidio amplifier* dan *power suplay*.

Pendistribusian sinyal meliputi spur unit (*distributor*), *coupler/spliter* dan TV *outlet*. Spur unit dharus ditempatkan sesuai fungsi dan kemudahan dari maintenance. Dan *coupler* harus ditempatkan di tempat yang terlindung dan mempunyai jarak yang cukup aman dari pengaruh interferensi instalasi listrik yang menggunakan suplay tegangan 220 Vac / 50 Hz terutama di atas plafon

Dalam perkabelan biasanya yang digunakan jenis *coaxial 7C-2V* pada trunk line dan dan *5C-2V* pada TV *outlet* atau setara dengan *losses* yang memadai pada frekuensi 200 Mhz dipasang dalam konduit.

Ada beberapa sumber siaran MATV dalam suatu gedung, diantaranya: sumber siaran dari teretorial TV lokal, dan sumber siaran dari satelit. Sumber siaran dari *terrestrial* TV Lokal bisanya menggunakan antena Yagi sedang sumber siaran dari satelit menggunakan antena parabola.

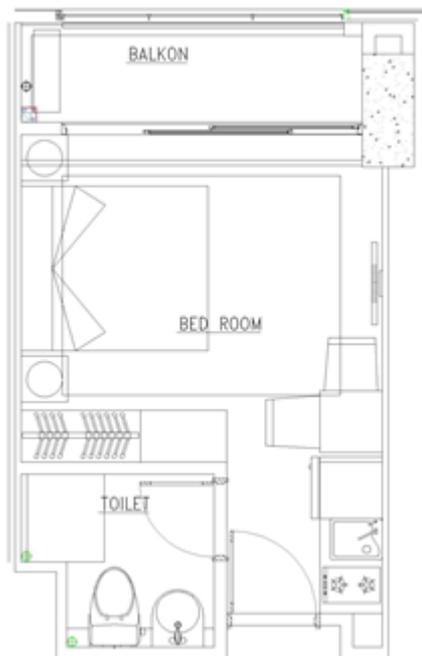
2.3 Hunian di Dalam Apartemen

Di dalam sebuah gedung apartemen hunian adalah sebuah ruangan yang dirancang sesuai dengan kebutuhan dan permintaan dari pemilik bahkan melihat dari situasi yang sedang berkembang pada saat apartemen akan mulai dibangun. Hunian itu sendiri adalah bagian yang

sangat penting Karena pada sebuah gedung apartemen yang menjadi barang penjualan adalah hunian, oleh karena itu hunian dirancang dengan nyaman mungkin bagi pemiliknya nanti. Dengan melihat perkembangan yang ada pada sekarang ini hunian apartemen semakin berkembang dalam perancangannya didalamnya diberikan fasilitas yang mewah agar menarik calon pemilik atau pembeli nantinya

Hunian dalam apartemen mempunyai luasan area sesuai dengan kebutuhan dari pihak pemilik apartemen demi pemasaran agar menarik calon pembeli, dalam sebuah gedung apartemen ada beberapa tipe unit yang akan dipasarkan yaitu mulai dari satu ruang tidur dengan satu ruang tamu satu toilet, dua ruang tidur satu ruang tamu satu toilet, ada tiga ruang tidur satu ruang tamu dua toilet, bahkan ada tipe *penthouse* yang dirancang memiliki lebih dari tiga kamar tidur dan lebih dari dua ruang tamu dan lebih dari dua toilet

Dalam sebuah unit hunian memerlukan kebutuhan energi listrik yang tidak terlalu besar tetapi bila dikalikan dalam jumlah yang banyak maka kebutuhan energi listrik itu sendiri sangatlah besar. Energi listrik didalam sebuah unit apartemen digunakan untuk melayani kebutuhan barang-barang elektronik, seperti unit televisi, pendingin ruangan, pendingin makanan, pemanas makanan, pemanas air dalam bentuk yang bisa menampung air dengan debit kecil (*portable*), *exhaust fan*, dan sebagainya.



Gambar 2. Denah unit hunian dengan tipe satu kamar satu toilet.

Pada gambar denah diatas masih belum ada instalasi yang menggunakan energi listrik, gambar diatas ruangnya belum ada instalasi penerangan, kotak kontak untuk kebutuhan elektronik. Sehingga pada gambar diatas belum bisa didapatkan kebutuhan daya listrik dan belum bisa digambarkan rangkaian panel atau gambar satu garis kebutuhan dayanya.

• Instalasi Penerangan

Instalasi penerangan pada unit hunian berfungsi untuk memberikan pencahayaan yang baik demi kenyamanan, instalasi penerangan dapat ditentukan dengan perhitungan mengacu pada Peraturan Untuk Instalasi Listrik (PUIL) atau juga bisa mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Tabel 5. Tingkat pencahayaan rata-rata, renderansi dan temperatur [1]

Fungsi Ruangan	Tingkat Pencahayaan (Lux)	kelompok renderansi warna	keterangan		
			warm white <3300k	cool white 3300k - 5300k	Daylight >5300k
Rumah tinggal:					
Teras	60	1 atau 2	•	•	
Ruang Tamu	120-250	1 atau 2		•	
Ruang Makan	120-250	1 atau 2	•		
Ruang Kerja	120-250	1		•	•
Kamar Tidur	120-250	1 atau 2	•	•	
Kamar Mandi	250	1 atau 2		•	•
Dapur	250	1 atau 2	•	•	
Garasi	60	3 atau 4		•	•

Untuk menentukan jumlah titik lampu dapat ditentukan dengan rumus : [2]

$$N = \frac{E \times A}{h \times Q \times d}$$

N = Jumlah titik lampu
 E = Lux (Intensitas penerangan)⁽¹⁾
 A = m² (Luas bidang kerja)
 h = Efisiensi penerangan⁽²⁾
 Q = Lumen (Flux cahaya lampu)⁽³⁾
 d = Depresiasi (0.7 - 0.85)

Untuk mencari Lumen (Flux cahaya) lampu [2]

$$F = \Sigma \times E \times P$$

E = Kuat penerangan/Watt
 P = Watt(Daya lampu)
 Σ = bh (Jumlah lampu per arm atur)
 F = Flux Cahaya(Lumen)

Tabel 6. Tabel efikasi lampu [3]

Jenis Lampu	Kuat Cahaya (l)
Pijar	11 - 18
TL	50 - 80
Halogen	16 - 20
Mercury	30 - 60
Halide	80 - 100
Sodium	120 - 140

Sehingga didapatkan apabila lampu penerangan diberi lampu *downlight* TL 13watt

$$F = \Sigma \times E \times P$$

$$= 2 \times 80 \times 13$$

$$= 2080 \text{ lumen}$$

Jadi bisa ditentukan jumlah titik lampu pada ruangan atau unit apartemen dengan jumlah :

$$N = \frac{E \times A}{h \times Q \times d} = 6 \text{ Buah}$$

E = 120 Lux (Intensitas penerangan)⁽¹⁾
 A = 60 m² (Luas bidang kerja)
 h = 0.70 Efisiensi penerangan⁽²⁾
 Q = 2,080 Lumen (Flux cahaya lampu)⁽³⁾
 d = 0.8 Depresiasi (0.7 - 0.85)

Pada instalasi stop kontak tidak memerlukan banyak perumusan, didalam perancangan instalasi stop kontak hanya melihat kebutuhan apa saja yang membutuhkan Stop Kontak diantaranya perlatan Elektronik, Berikut ini peralatan yang membutuhkan Instalasi Stop Kontak :

1. AC (Air Conditioning)
2. Unit Televisi
3. Unit Water Heater
4. Pemanas Makanan

Untuk keperluan elektronik lainnya pada umumnya perancangan sistem kelistrikan memberikan lebih satu sampai tiga stop kontak.

- Instalasi Tata Udara

Instalasi tata udara (*Air Conditioning*) pada unit hunian Apartemen hanya memerlukan beberapa tipe, yaitu tipe yang menempel pada dinding (*Split Wall*), dan yang berada di atas plafon (*Split Duct*), untuk menentukan kapasitas AC dapat ditentukan melalui perhitungan : [4]

$$P = \frac{7080 \text{ Btu/h}}{9000} \times 746 \times 1.3 = 763 \text{ Watt}$$

Jenis Lampu	Kuat Cahaya (l)
Pijar	11 - 18
TL	50 - 80
Halogen	16 - 20
Mercury	30 - 60
Halide	80 - 100
Sodium	120 - 140

- Instalasi Stop Kontak

Jadi pada unit hunian dengan tipe seperti diatas dapat di hasilkan kapasitas, sebagai berikut :

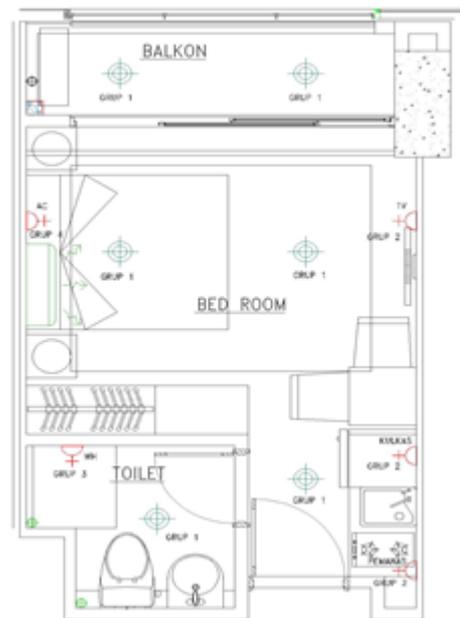
Q	=	0.59 x W x L x H x I x E	= 7.080 Btu/h
W	=	5,6 m	(Panjangruangan)
L	=	3,4 m	(Lebarruangan)
H	=	3 m	(Tinggi ruangan)
I	=	10	(I = 10, jika ruangberisolasi / di lantai bawah / berhimpit dengan ruanganlain) (I = 18, jika ruangtidak berisolasi / di lantai atas)
E	=	20	(E = 16, jika dinding terpanjang menghadap utara) (E = 17, jika dinding terpanjang menghadap timur) (E = 18, jika dinding terpanjang menghadap selatan) (E = 20, jika dinding terpanjang menghadap barat)

Q	=	0.59 x W x L x H x I x E
Q	=	Btu/h Kapasitas kecepatan udara
W	=	m (Panjang ruangan)
L	=	m (Lebar ruangan)
H	=	m (Tinggi ruangan)
I	=	(I = 10, jika ruang berisolasi / di lantai bawah / berhimpit dengan ruangan lain) (I = 18, jika ruang tidak berisolasi / di lantai atas)
E	=	(E = 16, jika dinding terpanjang menghadap utara) (E = 17, jika dinding terpanjang menghadap timur) (E = 18, jika dinding terpanjang menghadap selatan) (E = 20, jika dinding terpanjang menghadap barat)

Untuk menentukan energy listrik yang digunakan dapat ditentukan dengan perhitungan, sebagai berikut :

$$P = \frac{7080 \text{ Btu/h}}{9000} \times 746 \times 1.3 = 763 \text{ Watt}$$

Jadi dari perhitungan diatas mulai dari titik lampu, stop kontak, dan AC (*Air conditioning*) dapat digambarkan penitikan lampu , dan pada gambar dibawah ini akan disertakan penggrupannya, agar bisa digambarkan diagram satu garisnya :



Gambar 3 Denah unit hunian dengan tipe satu kamar satu toilet. Dengan instalasi penerangan, stop kontak, AC dan penggrupannya.

Dalam menentukan dan menggambar diagram satu garis serta menentukan kapasitas MCB pada box panel, dapat dihasilkan dengan perhitungan :

$$P = V.I.Cos \varnothing$$

Dimana :

P = Daya aktif yang diserap beban (Watt)

V = Tegangan yang menyatu beban (Volt)

I = Arus yang mengalir pada beban (Ampere)

\varnothing = Sudut antara tegangan dan arus ($^{\circ}$)

Pada Unit hunian apartemen dengan tipe seperti diatas MCB induk yang digunakan dengan nilai satu fasa, jadi untuk perhitungan dan penggrupn diatas didapatkan hasil : jumlah titik lampu dikali beban lampu

$$= 6 \times 13 \text{ Watt} = 78 \text{ Watt}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{78}{220 \times 0.8} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{78}{176} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = 0,44 \text{ Ampere}$$

Untuk mencari arus pada beban daya AC : 763 Watt

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{763}{220 \times 0.8} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{763}{176} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = 4,34 \text{ Ampere}$$

Untuk mencari arus pada beban *Water Heater* pada beban daya: 1200 Watt

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{1200}{220 \times 0.8} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{1200}{176} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = 6,8 \text{ Ampere}$$

Untuk mencari arus beban setiap stop kontak, maka pada setiap stop kontak diberi daya : 200 Watt didapatkan hasil: jumlah stop kontak x daya stop kontak

$$= 3 \times 200 \text{ Watt} = 600 \text{ Watt}$$

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{600}{220 \times 0.8} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{600}{176} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = 3,4 \text{ Ampere}$$

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan arus pada setiap sistem maka dapat digambarkan sistem satu garis untuk unit hunian Apartemen untuk tipe ini, Untuk menentukan MCB utama didapatkan nilai dengan jumlah daya antara sistem penerangan, stop kontak, AC, dan water heater dengan jumlah daya : 2641 Wat

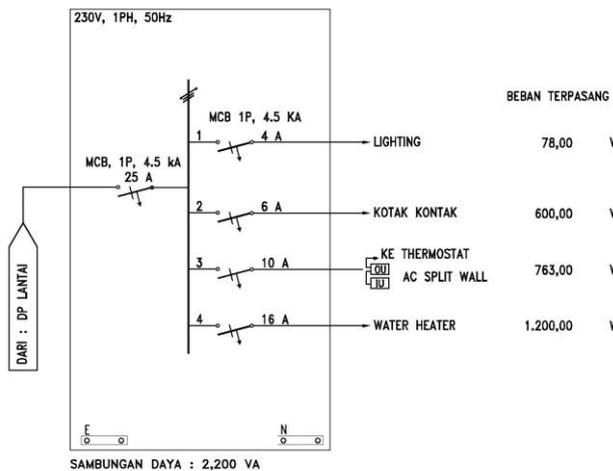
$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{2641}{220 \times 0.8} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = \frac{2641}{176} \times \text{demand factor (1)}$$

$$I = 3,4 \text{ Ampere}$$

Untuk Penggambaran diagram satu garis sistem Distribusi daya energy listrik hunian Apartemen dengan hasil perhitungan diatas, pada gambar 4



Gambar 4. Diagram satu garis untuk hunian tipe satu kamar satu ruang tamu dan satu toilet.

3 SISTEM OTOMASI TERINTEGRASI (BUILDING AUTOMATION SYSTEM)

3.1 Sistem Otomasi Terintegrasi (BAS)

Sistem Otomasi terintegrasi Gedung atau umumnya dikenal dengan BAS (*Building Automasi System*) adalah suatu sistem pengendalian dan pemantauan yang terpusat dari seluruh peralatan mekanikal dan elektrikal yang terdapat disuatu gedung. BAS terdiri dari beberapa *Direct Digital Control* (DDC) yang mempunyai *input* dan *output* baik secara *analog* ataupun digital. *Input* dan *output* tersebut berguna sebagai *indicator* untuk mengetahui status dari perangkat yang akan dikontrol.

BAS juga bisa disebut sebagai *Energy Management and Control System* (EMCS). BAS dalam suatu gedung ini merupakan suatu sistem yang dapat mengatur penggunaan energi sesuai atau sebatas yang dibutuhkan tanpa mengurangi fungsi peralatan yang dipakai dan meningkatkan kemampuan melakukan manajemen energy suatu gedung.

Untuk beberapa macam bangunan, *Building Automation System* adalah sebuah solusi untuk mengatur, mengontrol dan mengotomasi perlengkapan dan fungsi dari gedung tersebut, pada umumnya untuk mengontrol *Heating Ventilating and Air Conditioning* (HVAC), sistem distribusi daya pada energi listrik, penerangan, *elevator* (*Lift*), keamanan, sistem pemadam kebakaran dan dalam kenyamanan untuk penghuni apartemen, didalam penulisan penelitian ini, BAS akan diaplikasikan untuk mengurangi pemborosan dalam pemakaian energi listrik pada hunian apartemen yang diakibatkan oleh kelalaian penghuni apartemen.

Pada prinsipnya sistem kontrol otomatis harus berpedoman pada kehandalan, kontinyuitas, serta kecepatan produktifitas. Secara umum prinsip dari rangkaian control terdiri dari atas tiga bagian :

- Masukan (*Input*)
- Proses (*process*)
- Keluaran (*Output*)

Blok diagram dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 5. Blok Diagram Dasar Sistem Kontrol.

Dalam aplikasinya pada sistem control BAS adalah sebagai berikut :

- Peralatan input : Tombol tekan, sensor-sensor
- Peralatan Proses : DDC/*Controller*, *relay*
- Peralatan Output : Lampu, *Valve*, Motor, dan lain-lain

Selain itu pada sistem control ini dibutuhkan *feedback* untuk mengirim sinyal balik dari keluaran kemasukan sehingga sistem akan terus berputar atau yang biasa kita kenal sebagai sistem *control Close Loop*.

Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (*Building Automation System*) ada beberapa bagian utama, yaitu terdiri dari :

1. Intelligent Controller

Intelligent Controller adalah sebuah controller digital untuk mengontrol unit individual. Semenjak controller ini secara otomatis mengontrol operasi, operasi akan tetap terjaga bahkan jika bagian Center Unit lewat UIC (*Unit Integrated Controller*), menerima perubahan pada setpoint dari center unit dan mengembalikan hasil control dan data lain.

IDC dan ICC menampilkan berbagai macam control dan control IDGP serta status data, nilai analog, dan alarm dari berbagai sistem

a. IDC (Intelligent Digital Controller) [5]

Intelligent Digital Controller adalah sebuah kontroler digital untuk mengontrol unit individual. Kontroler ini secara otomatis mengontrol operasi, operasi akantetap terjaga bahkan jika bagian lain dari sistem berhenti. IDC pada panel dari sistem BAS yang digunakan adalah Inflex GC, yang merupakan sebuah kontroler multiguna yang dirancang untuk mengontrol perangkat/peralatan pada gedung, seperti panel pada sistem distribusi daya listrik (Panel Penerangan) dan AHU (*Air Handling Unit*) pad sistem AC (*Air Conditioning*), dan lain-lain. Inflex GC juga dapat digunakan

untuk mengontrol dan memonitoring temperatur dan kelembapan.

Intelligent Digital Controller ini mempunyai kemampuan sebagai berikut :

- Dapat beroperasi sendiri melakukan kontrol perintah terhadap point-point (*Analog Input, Analog Output, Digital, Digital Output*) sesuai dengan program yang sudah dibuat.
- Jika dihubungkan dengan sistem BAS maka DDC ini dapat dikontrol secara terpusat dari BAS *Room* dan perintah-perintah historical serta alarm yang terjadi dapat diketahui.

Pengertiannya adalah bahwa DDC *Controller* mampu mengirimkan control perintah, dan mengirimkan laporan alarm secara langsung kekomponen BAS yang berfungsi untuk mengumpulkan informasi dari beberapa DDC *controller* yang lain.

a. Modul I/O [5]

Modul I/O merupakan penghubung antara perangkat yang akan dikontrol/dimonitoring pada gedung dengan kontroler Inflex GC pada panel DDC. Modul-modul I/O yang digunakan pada apartemen antara lain :

- DI (Digital Input)

Ada 2 jenis modul DI yaitu, DI-8 dan DI-16. Secara garis besar kedua modul ini memiliki fungsi yang sama, yang membedakan dari kedua modul ini hanyalah jumlah *pin input* untuk koneksi ke *point* yang akan di control atau di *Monitoring*. Modul DI berfungsi untuk monitoring status dan *alarm point* dari peralatan yang terpasang.

- DO (Digital Output)

Sama halnya seperti DI, modul DO juga memiliki 2 jenis yaitu, DO-8 dan DO-16. Modul DO berfungsi untuk melakukan instruksi untuk *menstart* atau *menstop point* dari peralatan yang terpasang.

- AI (Analog Input)

Modul AI yang digunakan pada sistem BAS di gedung apartemen hanya satu type yaitu AI type A. AI type A ini berfungsi untuk memonitoring analog input berupa tegangan dan arus dari peralatan yang akan dikontrol dan monitoring.

1. SCS (System Core Server) [5]

SCS (*System Core Server*) adalah sebuah *controller* yang terintegrasi dengan DDC (*Direct Digital Controller*) dan RS (*Remote Station*) seperti Inflex *controllers* kedalam BMS (*building Management Systems*) Sarvic-net FX. SCS mengumpulkan data atau berbagai informasi manajemen yang dikumpulkan oleh DDC/*remote unit* seperti data *ON/OFF*, status data *point*, waktu

operasi peralatan semuanya direkan dan disimpan pada SCS.

2. MIS (Management Integration Server) [5]

Data utama yang dikumpulkan didalam SCS disimpan sebagai BAS data kemudian ditransmisikan ke MIS. Sebagai tambahan terhadap proses informasi, data untuk lapran harian/bulanan/tahunan dan untuk grafik kecenderungan dikumpulkan, disimpan pada hardisk, dan diproses untuk informasi manajemen (*point informasi, program, dll*) pada MIS menggunakan perangkat lunak dari penyuplai PC itu. MIS merupakan *interface* antara DDC dengan PC Klien, komponen ini merubah bahasa program dari PC operator menjadi digital, maksudnya agar apa yang diperintahkan oleh PC dapat dibaca dan dijalankan oleh DDC *Controller*. Sebaiknya, komponen ini juga menerjemahkan keadaan yang ada pada kondisi actual yang diinformasikan oleh DDC ke PC Klien sehingga dapat terbaca pada operator.

1. HUB [5]

Berfungsi sebagai connector komunikasi antara controller ke controller dan PC.

1. UPS (Uniteruptible Power Supply) [5]

UPS adalah suatu alat yang berfungsi sebagai *buffer* antara power suplai dengan peralatan elektronik yang kita gunakan seperti computer, printer, modem dan sebagainya. *Uniteruptible Power Supply* merupakan sistem penyedia daya listrik yang sangat penting dan diperlukan sekaligus dijadikan sebagai dari gagalnya distribusi daya listrik ke peralatan tersebut untuk mencegah kerusakan pada *hardware* dikarenakan kegagalan pada sistem distribusi daya listrik.

Fungsi utama dari UPS adalah :

- Dapat memberikan energy listrik sementara terjadi kegagalan daya pada listrik utama (PLN).
- Memberika kesempatan waktu yang cukup untuk menunggu suppl listrik dari *generator set* (Genset) sebagai sumber energy listrik cadangan.
- Mencegah kerusakan pada sistem akibat dari gangguan-gangguan listrik berupa kerusakan pada *software*, data maupun kerusakan *hardware computer*.
- Apabila terjadi perubahan tegangan pada input, maka UPS akan menstabilkan tegangan untuk pada saat tegangan *output*, jadi pada saat sistem memerlukan tegangan maka tegangan sudah menjadi stabil.

1. PC Klien [5]

PC Klien adalah seperangkat PC (*Personal Computer*) yang ditempatkan pada ruang kendali

pusat untuk mengatur dan mengontrol keseluruhan bangunan. Perangkat ini sebenarnya dapat diinstall di manapun selama penempatannya dapat untuk koneksi jaringan PC Klien ini disediakan untuk pengoperasian :

- Mengatur dan mengontrol *ON/OFF*, status, *trip* dan pengukuran data yang lain
- Memasukan perintah (*Command*)
- Jaringan *Alarm Management*

PC Klien mengendalikan seluruh *point-point* dan menyimpan informasi untuk dievaluasi. Setelah dilakukan analisa terhadap keadaan atau kondisi peralatan atau lingkungan, PC akan mengirimkan informasi balik keperalatan control lokal.

Pada PC Klien terdapat *software* yang digunakan untuk mengontrol dan mengatur peralatan yang akan dikontrol dan untuk melakukan perubahan pada proses kontrol.

Pada *software* atau perangkat lunak, minimum tersedia fungsi-fungsi sebagai berikut :

- Merubah, memprogram, menyimpan dan mendownload data *base controller*.
- Menghidupkan atau mematikan peralatan yang dikehendaki.
- Merubah *set point*.
- Memasukkan jadwal dan operasi peralatan.
- Menampilkan citra trend dengan grafik dan kontrol dari peralatan.
- Mengumpulkan dan menganalisa data-data pada waktu yang lalu (*historical data*).
- Membuat perencanaan dan pemeliharaan peralatan dari data yang dikumpulkan.

3.2 Pemanfaatan BAS pada Sistem Kelistrikan

Pemanfaatan dari BAS untuk sistem kelistrikan adalah untuk pencapaian suatu tingkatan optimal dalam pengontrolan atau pengendalian sistem kelistrikan terutama pada hunian apartemen, dimana untuk mencegah kelalaian pada kegunaan sumber energy listrik

Pengendalian sistem kelistrikan pada hunian dimaksudkan adalah :

- Untuk mengatur sistem dengan terkontrol dan termonitoring dengan benar, dan tidak mengabaikan kenyamanan bagi penghuni Apartemen
- Mengefisienkan sumber energy kelistrikan terutama pada unit hunian, dan mencegah pemborosan

Pada umumnya sistem kelistrikan yang digunakan untuk kebutuhan energy listrik didalam hunian sudah di rancang dengan seefisien mungkin, tetapi banyak terjadi kelalaian penghuni apartemen sehingga terjadi pemborosan dalam

penggunaannya. Pengontrolan akan dilakukan pada saat dimana jam kerja berlangsung dengan waktu kerja selama 8 jam mulai dari pukul 09:00 WIB hingga pukul 17:00 WIB

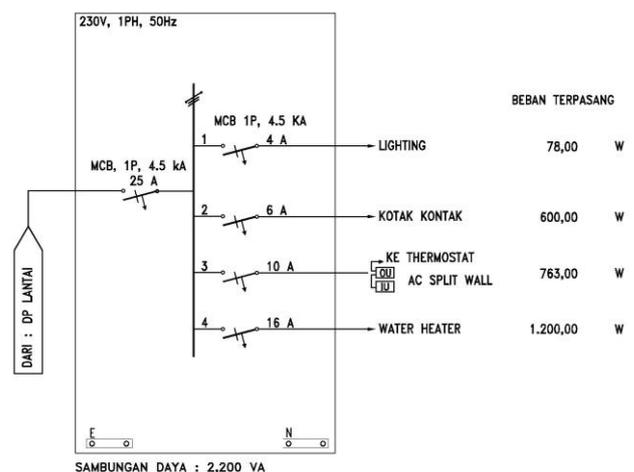
Disini perancangan konevensional akan di install ulang dengan menggunakan BAS sebagai sistem otomatisnya. Dengan menambahkan sebuah kontaktor sebagai alat pemutus utama pada sistem panel yang berada pada unit hunian apartemen.

Pada umumnya sistem control instalasi kelistrikan konvensional masih menggunakan sistem sambungan beberapa komponen seperti *timer*, *relay counter* dan kontaktor. Dalam penggunaan BAS akan mengurangi beberapa peralatan tersebut diantaranya *timer*, *relay* dan *counter*, pada sistem yang akan diterapkan hanya perlu menggunakan 1 kontaktor saja. Dan dalam sistem ini akan mengurangi banyak penggunaan *wiring* kabel yang terlalu banyak dan rumit.

4 EVALUASI SISTEM OTOMASI TERINTEGRASI (*BUILDING AUTOMATION SYSTEM*) PADA HUNIAN APARTEMEN

4.1 Sistem Distribusi Daya Konvensional

Sistem distribusi daya konvensional pada unit hunian Apartemen pada umumnya dapat dilihat pada gambar diagram satu garis dibawah ini:



Gambar 6. Gambar diagram satu garis unit Apartemen (Konvensional).

Pada sistem tersebut sudah didapatkan jumlah daya pemakaian mulai dari penerangan, stop kontak atau kotak kontak, unit AC (*Air Conditioning*), dan *water heater*. Penggunaan antara sistem dengan sistem yang lain diberikan perbedaan waktu pemakaiannya yaitu untuk

penerangan 18 Jam dimulai dari jam 05:00 s/d 23:00 WIB, unit AC 20 Jam dimulai dari jam 07:00 WIB s/d 03:00 WIB, stop kontak 24 Jam, dan water heater 4 jam dimulai dari jam 05:00 s/d 07:00 dan 18:00 s/d 20:00 WIB, untuk mendapatkan nilai penggunaan dalam waktu satu hari atau 24 jam maka dapat dihasilkan dengan perhitungan :

- Jika beda potensial ditulis V, kuat arus I, dan waktunya t maka energi yang dilepaskan oleh alat dan diubah menjadi energi kalor W adalah :
 $W=V.I.t$
 Dengan,
 V = beda potensial (volt)
 I = kuat arus (ampere)
 t = waktu (detik)
 W = energi yang dilepaskan oleh sumber tegangan (joule)
- Daya listrik adalah besarnya usaha yang dilakukan oleh sumber tegangan dalam 1 sekon. Jika dalam waktu t sekon sumber tegangan telah melakukan usaha sebesar W, maka daya alat tersebut adalah
 $P=W/t$
 Dengan,
 W = usaha (joule)
 t = waktu (detik)
 P = daya (joule/detik) atau watt
 1 joule/sekon =1 watt
- Untuk arus listrik dengan rumus :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

Dengan,
 P = daya (joule/detik) atau watt
 V = beda potensial (volt)
 I = kuat arus (ampere)

- Untuk Penerangan didapatkan :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{78}{220 \cdot 0,8}$$

$$I = 0,44 \text{ Ampere}$$

Perhitungan energi yang digunakan :

$$W = V.I.t$$

$$= 220.0,44.1$$

$$= 97 \text{ joule}$$

$$P = W/t$$

$$= 97/1$$

$$= 97 \text{ joule/detik} = 97 \text{ watt}$$

Penggunaan dalam 1 jam :

$$= 97.3600$$

$$= 349200 \text{ Watt/detik}$$

$$= 349,2 \text{ kWh}$$

Jadi untuk satu hari pemakaian :

$$= 349,2 \text{ kWh dikali 18 jam}$$

$$= 6285.6 \text{ kWh/hari}$$

- Untuk Air Conditioning didapatkan :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{763}{220 \cdot 0,8}$$

$$I = 4,33 \text{ Ampere}$$

Perhitungan energi yang digunakan :

$$W = V.I.t$$

$$= 220.4,33.1$$

$$= 953 \text{ joule}$$

$$P = W/t$$

$$= 953/1$$

$$= 953 \text{ joule/detik} = 953 \text{ watt}$$

Penggunaan dalam 1 jam :

$$= 953.3600$$

$$= 3430800 \text{ Watt/detik}$$

$$= 3430,8 \text{ kWh}$$

Jadi untuk satu hari pemakaian :

$$= 3430,8 \text{ kWh dikali 20 jam}$$

$$= 68616 \text{ kWh/hari}$$

- Untuk Stop Kontak didapatkan :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{600}{220 \cdot 0,8}$$

$$I = 3,4 \text{ Ampere}$$

Perhitungan energi yang digunakan :

$$\begin{aligned}
 W &= V.I.t \\
 &= 220.3,4.1 \\
 &= 748 \text{ joule} \\
 P &= W/t \\
 &= 748/1 \\
 &= 748 \text{ joule/detik} = 748 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Penggunaan dalam 1 jam :

$$\begin{aligned}
 &= 748.3600 \\
 &= 2692800 \text{ Watt/detik} \\
 &= 2692,8 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk satu hari pemakaian :

$$\begin{aligned}
 &= 2692,8 \text{ kWh dikali 24 jam} \\
 &= 64627,2 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

- o Untuk *Water Heater* didapatkan :

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

$$I = 6,8 \text{ Ampere}$$

Perhitungan energi yang digunakan :

$$\begin{aligned}
 W &= V.I.t \\
 &= 220.6,8.1 \\
 &= 1496 \text{ joule}
 \end{aligned}$$

$$P = W/t$$

$$\begin{aligned}
 &= 1496/1 \\
 &= 1496 \text{ joule/detik} = 1496 \text{ watt}
 \end{aligned}$$

Penggunaan dalam 1 jam :

$$\begin{aligned}
 &= 1496.3600 \\
 &= 5385600 \text{ Watt/detik} \\
 &= 5385,6 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

Jadi untuk satu hari pemakaian :

$$\begin{aligned}
 &= 5385,6 \text{ kWh dikali 4 jam} \\
 &= 21542,4 \text{ kWh/hari}
 \end{aligned}$$

Jadi total penggunaan dalam satu hari: 161071,2 kWh/hari

Pada sistem diatas untuk stop kontak diberikan waktu pemakaian 24 jam, karena pada stop kontak terdapat peralatan yang penggunaannya itu selama 24 jam seperti kulkas, dan pemanas makanan. Sistem diatas sudah dihitung dengan efisiensi pemakaian energy listrik.

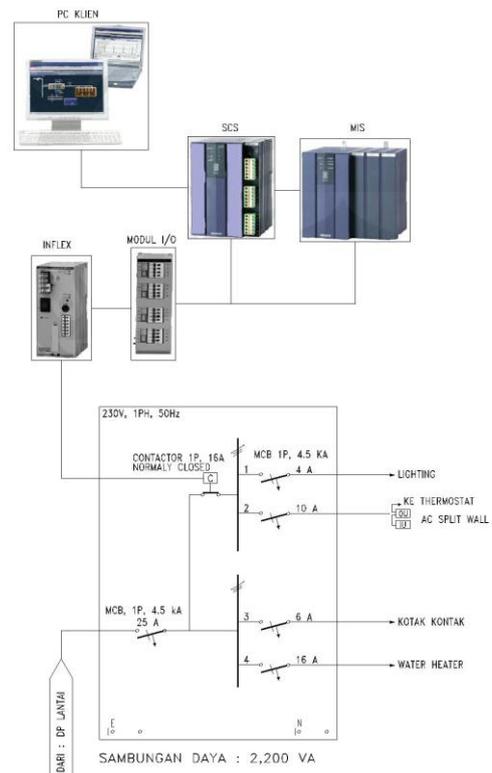
4.2 Aplikasi BAS Pada Sistem Distribusi Daya Didalam Unit Apartemen

Bila dilihat pada pemakain energy listrik diatas untuk lampu penerangan dan AC (*Air Conditioning*) bisa diefisiensikan kembali, pada

pemakaian jam kerja antara jam 09:00 WIB s/d 18:00 WIB untuk mengurangi pemborosan, tetapi para penghuni Apartemen banyak melakukan kelalaian, Untuk itu diperlukan sistem BAS (*Building Automatin System*) untuk mengontrol dan memonitoring.

BAS akan bekerja untuk mematikan pada jam kerja dan menghidupkan kembali pada jam pulang kerja, untuk pengaplikasiannya ditambahkan kontaktor dan pencabangan dari sistem penggrupannya, bisa dilihat pada gambar 7.

$$I = \frac{1200}{220 \cdot 0,8}$$



Gambar 7. Aplikasi antara sistem distribusi daya dengan Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (*Building Automation System*)

4.3 Evaluasi Pemakaian Daya Setelah Menggunakan BAS

Setelah pemasangan Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (*Building Automation System*), BAS dipasang didalam sistem lampu penerangan dan AC (*Air Conditioning*). Dengan

program disaat jam 09:00 WIB PC Klien memberikan data output dengan perintah *OFF* maka sistem akan menggerakkan kontaktor *OPEN*, dimana sebelumnya kontaktor dala posisi *Normaly Closed* (NC). Untuk pengaktifan kontaktor kembali pada jam 18:00 WIB, sistem diprogram *CLOSED*, sebelumnya kotaktor pada posisi *OPEN*. Dengan BAS yang sudah terprogram untuk posisi *OPEN* pada jam 09:00 WIB dan *CLOSED* pada jam 18:00 WIB, maka dapat dihasilkan daya pada sistem distribusi daya sebagai berikut :

Untuk penerangan didapatkan :
= 349,2 kWh dikali 8 jam
= 2793,6 kWh/hari

Untuk Air Conditioning didapatkan :
= 3430,8 kWh dikali 8 jam
= 27446,4 kWh/hari

Total daya yang bisa diefisiensikan adalah :
30240 kWh/hari

Setelah mendapatkan daya yang diefisiensikan, lalu ditambahkan dengan penggunaan stop kontak dan penggunaan *water heater*, dihasilkan daya 86169,6 kWh/hari + 30240 kWh/hari = 116409,6 kWh/hari

Jadi untuk persentase dalam satu hari pemakain sumber energy listrik pada unit hunian Apartemen antara sistem konvensional dengan sistem yang sudah diaplikasikan dengan BAS

	Hasil Efisiensi (BAS)	
Persentase efisiensi =	$\frac{\text{Hasil sebelum di efisiensi}}{\text{Hasil Efisiensi (BAS)}} \times 100\%$	
Daya/hari	$\frac{30240 \text{ kWh/hari}}{161071,2 \text{ kWh/hari}} \times 100\%$	
=	18,77%	

5 KESIMPULAN

1. Dengan pengaplikasian Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (*Building Automation System*), dapat meningkatkan efisiensi distribusi daya sebesar 18,77% yang disebabkan kelalaian oleh penghuni apartemen.
2. Dengan pengaplikasian Sistem Otomasi Terintegrasi Gedung (*Building Automation System*), dapat memudahkan pengontrolan sistem distribusi daya energi listrik pada apartemen.

3. Pengaplikasian pada sistem BAS hanya digunakan pada dua sistem : sistem penerangan dan sistem tata udara atau *Air Conditioning*.
4. Dalam studi ini hanya menggunakan nilai $\cos\phi : 0,8$
5. Dengan adanya perubahan dan penambahan sistem BAS ini, gambar satu garis juga unit konvensional mengalami perubahan, dengan ditambahkan satu kontaktor sebagai pemutus, dan dipisahkan antara grup penerangan, AC dengan grup stop kontak dan *water heater*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6197-2000) tentang konservasi energi pada sistem pencahayaan.
- [2] Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6575-2001) tentang Tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung.
- [3] Judul Pencahayaan www.tarn2007.blogspot.com
- [4] .com/2011/08/sejarah-perkembangan-sumber-cahaya.html.
- [5] Standar Nasional Indonesia (SNI 03-6575-2001) tentang Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.
- [6] Ibnu El Hurry, ST. (2009). Studi Sistem Otomatis Pada Gedung Untuk Sistem HVAC (*Heating System, Ventilating And Air Conditioning*) Berbasis *Direct Digital Controller* (Studi Kasus Pada Pabrik "X" Di Cibitung). Jurnal ilmiah pada jurusan pendidikan Teknik Elektro FT UI, 2009