

Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang Pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat

M.Abdu H.Saifuddin¹, Idham A.Djufri², M.Natsir Rahman³

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Khairun Ternate
Jl. Pertamina Kampus II Gambesi Ternate Selatan

[1mabduhsaifuddin@gmail.com](mailto:mabduhsaifuddin@gmail.com), [2idhamadj@gmail.com](mailto:idhamadj@gmail.com), [3mnrahman@yandex.com](mailto:mnrahman@yandex.com)

Abstrak - Penggunaan daya listrik pada gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat semakin hari semakin bertambah sesuai dengan kebutuhan dan perkembangan Kabupaten Halmahera Barat di masa akan datang, otomatis penambahan daya sangat diperlukan. Untuk memperoleh daya listrik terpasang yang efisien, oleh karena itu perlu dilakukan observasi dan perhitungan daya yang digunakan sesuai dengan ilmu kelistrikan. Konsumen komersial atau perkantoran rata-rata memiliki standar faktor kebutuhan sebesar 70% - 90% dan faktor beban 25% - 30% untuk mendapatkan penggunaan daya listrik yang efisien. Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung. Total penggunaan daya maksimum 197,4 kVA dengan standar faktor kebutuhan sebesar 1,88. Total luas ruangan ber-AC 9.361 m², dengan mengkonsumsi energi listrik selama satu bulan totalnya 36.135 kWh/bulan, jika di bandingkan dengan standar IKE maka nilainya sangat efisien, berbeda dengan perhitungan IKE untuk ruangan tidak ber-AC yang memiliki total luas ruangan 875 m² dan mengkonsumsi energi selama satu bulan 2,484 kWh/bulan, jika di bandingkan dengan standar IKE untuk ruangan tidak ber-AC maka nilai IKEnya masuk kriteria ruangan yang boros atau sangat boros mengkonsumsi energi listrik.

Kata kunci: Daya listrik terpasang, factor beban, faktor kebutuhan, perbandingan intensitas konsumsi energi (IKE).

I. PENDAHULUAN

Kabupaten Halmahera Barat merupakan salah satu kabupaten yang dimekarkan dari Kabupaten Maluku Utara yang semula merupakan kabupaten induk. Kabupaten Halmahera Barat saat ini sudah berkembang sangat pesat dengan pembangunan sarana dan prasarana penunjangnya, perkembangan ini otomatis memerlukan penggunaan dan penambahan daya listrik yang besar dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Dalam rangka penghematan dan pemakaian daya listrik yang efisien maka penggunaan dan penambahan daya juga membutuhkan analisa yang cermat agar tidak terjadi

pemborosan pemakaian daya listrik dan juga pemborosan anggaran.

Analisa penggunaan daya listrik yang benar dapat meminimalkan pembayaran energi listrik. Semakin berkembangnya Pembangunan di Kabupaten Halmahera Barat khususnya kantor Bupati, maka otomatis akan semakin besar pula penggunaan energi listrik yang diperlukan guna memenuhi kebutuhan tersebut. Tingkat perkembangan pemakaian daya dapat diukur dengan melihat besarnya daya terpasang dengan besarnya daya yang digunakan dalam periode waktu tertentu.

Untuk mendapatkan pemakaian daya listrik yang efisien minimal dalam lima tahun kedepan, diperlukan perhitungan penggunaan daya yang maksimal dengan menekan biaya energinya. Salah satu cara yang mudah adalah dengan memanfaatkan energi listrik secara maksimal melalui program konservasi energi listrik. Untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi listrik pada suatu sarana maupun sistem yang telah ada maka perlu dilakukan pengukuran secara simultan penggunaan energi yang digunakan, khususnya energi listrik. Sedangkan konservasi energi listrik merupakan suatu aktifitas pemanfaatan energi listrik secara efisien dan rasional tanpa penggunaan energi listrik yang memang benar-benar diperlukan. Konservasi energi listrik di gedung Pemerintahan Kabupaten Halmahera Barat (Kantor Bupati) dimaksudkan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan energi listrik. Dengan hasil pengukuran, analisa dan perhitungan ini, maka dapat diketahui konsumsi energi listrik dan penghematan biaya pemakaian daya listrik di gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat yang beralamat di Jl. Pengabdian, No.1, Desa Jati, Kec.Jailolo, Kab. Halmahera Barat, Propinsi Maluku Utara.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penggunaan daya listrik maksimum dan membandingkan dengan standar faktor kebutuhan untuk memperoleh nilai standar intensitas konsumsi energi (IKE) di gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Suplai Daya Listrik

Kebutuhan tenaga listrik pada suatu industri harus disesuaikan dengan keadaan produktivitas perusahaan itu sendiri, yang paling penting adalah kontinuitas dan keandalan yang tinggi dalam pelayanannya. Mengingat bahwa tenaga listrik sangat penting dalam proses produksi, maka sumber tenaga listrik ini harus dijaga dari adanya berbagai macam gangguan. Tenaga listrik yang digunakan berasal dari suplai jaringan dari PLN dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) atau Generator Set.

B. Sistem Instalasi Listrik

Sistem instalasi tenaga listrik adalah proses penyaluran daya listrik yang dibangkitkan dari sumber tenaga listrik ke alat-alat listrik. Kemampuan Hantar Arus (KHA) pengaman dan luas penampang yang diperlukan tergantung pada beban yang dihubungkan. Untuk menentukan hantar arus pengaman dan luas penampang penghantar yang diperlukan, pertama-tama harus ditentukan arus yang dipakai berdasarkan daya beban yang dihubungkan [1]. Persamaan yang digunakan adalah:

Untuk arus searah:

$$I = \frac{P \text{ (Watt)}}{V \text{ (Volt)}} \text{ Ampere} \quad (1)$$

C. Daya Listrik

Daya Listrik (*Electrical Power*) adalah jumlah energi yang diserap atau dihasilkan dalam sebuah sirkuit/rangkaian. Sumber Energi seperti Tegangan listrik akan menghasilkan daya listrik sedangkan beban yang terhubung dengannya akan menyerap daya listrik tersebut. Dengan kata lain, Daya listrik adalah tingkat konsumsi energi dalam sebuah sirkuit atau rangkaian listrik. Kita mengambil contoh Lampu Pijar dan Heater (Pemanas), Lampu pijar menyerap daya listrik yang diterimanya dan mengubahnya menjadi cahaya sedangkan Heater mengubah serapan daya listrik tersebut menjadi panas. Semakin tinggi nilai Watt-nya semakin tinggi pula daya listrik yang dikonsumsi [2].

Sedangkan berdasarkan konsep usaha, yang dimaksud dengan daya listrik adalah besarnya usaha dalam memindahkan muatan per satuan waktu atau lebih singkatnya adalah Jumlah Energi Listrik yang digunakan tiap detik. Berdasarkan definisi tersebut, perumusan daya listrik adalah seperti dibawah ini :

$$W = V \cdot I \cdot t \text{ (Joule)} \quad (2)$$

Maka daya dapat ditulis

$$P = \frac{W}{t} \quad (3)$$

dengan:

W = Banyaknya energi yang ditimbulkan (Joule)

I = Arus yang mengalir (Ampere)

T = Waktu yang dibutuhkan (Sekon)

V = Tegangan (Volt)

Daya listrik terdiri dari tiga jenis daya yaitu :

1) Daya Semu

Dari persamaan $P = VI \cdot \cos \phi$, hasil perkalian V dengan I disebut daya semu dan disimbolkan dengan S .

$$S = VI \quad (4)$$

Satuan dari daya semu adalah Volt Ampere (VA).

Secara vektoris daya semu merupakan penjumlahan daya aktif dengan daya reaktif. Hal ini akan tampak jelas dengan menggunakan segitiga daya dan akan dijelaskan berikut.

Hubungan antara daya semu dengan daya aktif dapat dirumuskan sebagai berikut:

Daya aktif (Watt) = daya semu (VA) x faktor daya

$$P = VI \cdot \cos \phi \quad (5)$$

dengan

$$S = VI$$

sehingga

$$P = S \cdot \cos \phi \quad (6)$$

Daya semu secara konvensional dipakai sebagai ranting peralatan listrik seperti generator, transformator dan mesin-mesin listrik.

2) Daya Aktif

Daya aktif disebut juga dengan daya nyata, karena daya ini merupakan daya listrik yang pengaruhnya terhadap beban dapat dirasakan secara nyata, seperti menyalanya lampu listrik (instalasi penerangan), adanya kopel (Torsi) yang dihasilkan oleh motor-motor listrik. Daya nyata diberi simbol P dalam satuan Watt, dengan hubungan matematisnya adalah :

$$P = VI \cdot \cos \phi \quad (\text{Watt}) \quad (7)$$

3) Daya Reaktif

Daya reaktif adalah daya yang timbul akibat adanya reaktansi pada sistem. Reaktansi dapat berupa reaktansi induktif atau reaktansi kapasitif.

Reaktansi induktif terjadi karena adanya komponen induktor dalam sistem. Induktor biasanya berbentuk kumparan, yang dililitkan pada inti magnetik.

Besarnya induktansi suatu sistem diukur dalam Henry, dan disimbolkan dengan L . Satu Henry didefinisikan arus listrik berubah pada laju satu ampere setiap detik, dengan ggl lawan rata-rata diinduksikan sebesar satu volt.

Reaktansi kapasitif terjadi akibat adanya komponen kapasitor dalam sistem. Kapasitor diidentifikasi dengan dua buah konduktor yang dipisahkan oleh bahan isolasi. Besarnya kapasitansi suatu sistem diukur dalam satuan farad. Kapasitansi satu farad didefinisikan bila tegangan yang dikenakan pada sistem sebesar satu volt yang menyebabkan kapasitor mengambil muatan sebesar satu coulomb.

Daya reaktif merupakan daya yang tidak nyata efeknya, tidak seperti daya semu atau daya aktif. Daya reaktif efeknya berupa adanya fluksi magnet. Karena itu dalam diagram fasor, daya reaktif biasanya dinyatakan pada sumbu imajiner, yaitu sumbu vertikal dari suatu diagram fasor. Sedangkan untuk sumbu horizontal adalah daya aktif, dan diagram fasornya dapat digambar dalam segitiga daya.

Daya aktif merupakan hasil perkalian dari $VI \cdot \cos \phi$ sedangkan daya reaktif merupakan hasil perkalian dari $VI \sin \phi$ dan disimbolkan dengan Q . Sehingga :

$$Q = VI \cdot \sin \phi (VAR) \tag{8}$$

D. Faktor Daya

Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif (Watt) dengan daya semu (VA) pada rangkaian arus bolak-balik [3]. (Pakuan & Bogor 2013)

$$\text{Faktor daya} = \frac{\text{Daya aktif (Watt)}}{\text{Daya semu (VA)}}$$

$$\cos \phi = \frac{P}{S} \tag{9}$$

Dinamakan sudut faktor daya, sudut ini menentukan kondisi arus tertinggal atau mendahului tegangan.

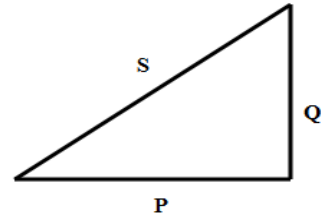
- Jika $\cos \phi > 0$, factor daya lagging yaitu arus tertinggal dari tegangan.
- Jika $\cos \phi < 0$, factor daya leading yaitu arus mendahului tegangan.
- Jika $= 0$, factor daya = 1, yaitu arus dan tegangan sefasa.

Harga factor daya bergantung pada besarnya beda fasa antara arus dan tegangan. Jika arus dan tegangan sefasa, maka factor daya = 1. Contohnya lampu pijar, tidak ditemukan sifat-sifat induktif dan kapasitif, sehingga daya yang tertera pada lampu tersebut dalam watt akan sama dengan volt ampere yang serap dari jaringan.

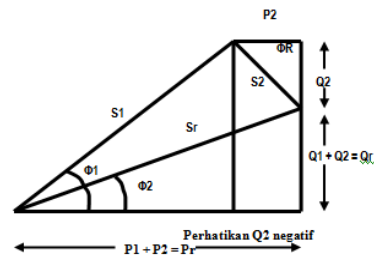
Jika arus dan tegangan berbeda fase 90° seperti dalam rangkaian induktif dan kapasitif murni, maka factor daya = nol. Dalam rangkaian, baik yang mengandung tahanan maupun reaktansi, harga factor daya berkisar antara 0 dan 1. Faktor daya yang ideal dalam suatu rangkaian adalah satu.

1) Segitiga Daya

Hubungan daya aktif, daya semu, dan daya reaktif dapat dinyatakan dalam suatu segitiga yang disebut segitiga daya, dan dapat ditunjukkan dalam gambar berikut :



Gambar 1. Segitiga Daya



Gambar 2. Segitiga Daya Untuk Beban Gabungan

Daya aktif posisinya pada garis horizontal, garis vertikal menyatakan daya reaktif, sedangkan garis miring (hipotenusa) menyatakan daya semu.

Pada gambar 2. digambarkan segitigadaya yang terdiri dari dua beban, yang pertama beban induktif dengan sudut fasa ϕ_1 (mengikuti) yang terdiri dari P_1 , Q_1 dan S_1 yang kedua beban kapasitif yang terdiri dari P_2 , Q_2 dan S_2 dengan sudut fasa ϕ_2 (mendahului). Kedua beban yang paralel ini menghasilkan segi tiga daya dengan sisisisnya $P_1 + P_2$, $Q_1 + Q_2$ dan sisi miringnya S_r . Sudut fasa antara tegangan dan arus yang diberikan oleh beban gangguan ini adalah ϕ_r .

Pada segitiga daya antara daya aktif dengan daya reaktif akan saling tegak lurus atau membentuk sudut 90° . Kalau ditinjau secara matematis, maka dari segitiga daya juga berlaku dalil pythagoras. Sehingga hubungan antara P, Q dan S adalah sebagai berikut :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \tag{10}$$

Dari persamaan (8) dapat ditentukan besarnya $P + Q$ adalah :

$$P = \sqrt{S^2 - Q^2} \tag{11}$$

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \tag{12}$$

- Daya rata-rata : $P = VI \cdot \cos \phi$ (kW)
- Daya semu : $S = VI$ (kVA)
- Daya reaktif : $Q = VI \cdot \sin \phi$ (kVAR) Faktor
- daya : $(\cos \phi) = P/S$

E. Karakteristik Beban

Agar supaya penggunaan karakteristik beban tersebut dapat efisien, diperoyeksikan dalam perencanaan selanjutnya. Agar supaya penggunaan karakteristik beban tersebut dapat efisien, harus memahami pengertian dan pemakaian praktis dari karakteristik beban tersebut [4].

1) Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor beban adalah perbandingan antara beban rata-rata terhadap beban puncak yang diukur dalam suatu priode tertentu. Beban rata-rata dan beban puncak dapat dinyatakan dalam kilowatt, kilowatt amper, amper dan sebagainya, tetapi satuan dari keduanya harus sama.

Faktor beban dapat dihitung untuk periode tertentu biasanya dipakai harian, bulanan atau tahunan. Beban puncak yang dimaksud disini adalah beban puncak sesaat atau beban puncak rata-rata dalam interval tertentu (demand maksimum), pada umumnya dipakai demand maksimum 15 menit atau 30 menit. Defenisi dai faktor beban ini dapat dituliskan dalam persamaan berikut ini :

$$Faktor\ beban\ (Fb) = \frac{Beban\ rata-rata\ (kW)}{Beban\ maksimum\ (kW)} \quad (13)$$

Menurut definisi faktor beban

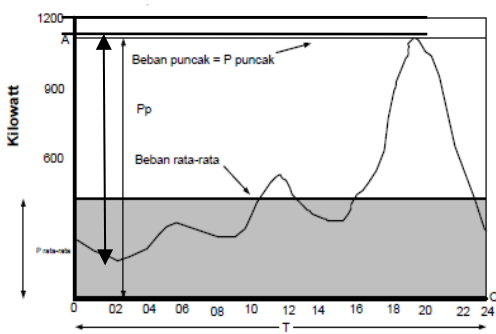
$$= \frac{P_{rata-rata}}{P_{puncak}} = \frac{P_{rata-rata}}{P_p} \times \frac{T}{T} \quad (14)$$

Dimana:

T = Periode waktu

P rata-rata = beban rata-rata dalam periode T

Pp = Beban puncak dalam periode T pada selang waktu tertentu (15 menit atau 30 menit) [5].



Gambar 3. Kurva Beban Harian dan Faktor Beban [5]

Faktor beban dapat diketahui dari kurva bebannya. Sedangkan untuk perkiraan besaran faktor beban di masa yang akan datang dapat didekati dengan data statistik yang ada berdasarkan jenis bebannya.

2) Faktor Kebutuhan (*Demand Factor*)

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung. Jumlah daya tersambung adalah jumlah dari daya tersebut dari seluruh beban dari setiap konsumen [4].

Untuk mendapatkan penggunaan daya listrik yang efisien perlu dihitung daya maksimal yang digunakan. Faktor kebutuhan (Fdm) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$Fdm = \frac{Kebutuhan\ daya\ maksimum}{Total\ daya\ terpasang} \quad (15)$$

3) Fakor Kapasitas

$$Faktor\ Kapasitas = \frac{Beban\ rata-rata}{Beban\ terpasang} \quad (16)$$

Sedangkan untuk mengetahui beban rata-rata dalam suatu kelompok beban listrik dapat ditentukan berdasarkan definisi sebagai berikut :

$$Beban\ rata-rata = \frac{kWh\ yang\ dig\ unakan\ satu\ periode}{Jumlah\ jam\ dalam\ satu\ periode} \quad (17)$$

4) Faktor Deversitas

Faktor diversitas adalah perbandingan antara jumlah beban puncak dari masing-masing pelanggan dengan beban puncak dari kelompok pelanggan tersebut, factor difersitas dapat ditulis:

$$Fd = \frac{D1 + D2 + D3 +Dn}{Dk} \quad (18)$$

Atau

$$Fd = \frac{\sum_{i=1}^n Di}{Dk} \quad (19)$$

dengan:

Di = beban puncak (kebutuhan maksimum) dari masing-masing beban 1, yang terjadi tidak pada waktu yang bersamaan.

Dk = D1+2+3+.....n beban pucak dari n kelompok beban.

Fd = factor diversitas, nilainya lebih besar dari satu.

5) Faktor Kebersamaan

Faktor kebersamaan (waktu) dalam perbandingan beban puncak (kebutuhan maksimum) dari suatu kelompok pelanggan (beban) dan beban puncak dari masing-masing pelanggan dari kelompok tersebut. Jadi faktor kebersamaan Fc adalah:

$$Fc = \frac{Dk}{D1 + D2 + D3 + ... Dn} \quad (20)$$

Dari definisi diatas dapat diketahui :

$$F_c = \frac{1}{FD} \quad (21)$$

dari persamaan (20) Faktor Kebutuhan (Fk) adalah :

$$F_k = \frac{\text{Kebutuhan maksimum}}{\text{Jumlah daya terpasang}} \quad (22)$$

Atau :

$$\text{Kebutuhan daya maksimum} = \text{Jumlah daya tersambung} \times F_k \quad (23)$$

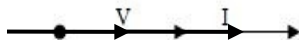
F. Klasifikasi Beban

Seiring meningkatnya pembangunan di bidang dan bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan terhadap daya listrik juga meningkat tergantung dari daerah yang bersangkutan kepadatan penduduk dan standar kehidupan. Rencana perkembangan sekarang dan masa yang akan datang perlu diperhatikan untuk itu dalam perhitungan akan kebutuhan daya listrik harus memperhatikan tipe beban dan sifat beban tersebut.

Dalam sistem listrik arus bolak-balik, jenis beban dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu:

1) **Beban Resistif (R)**

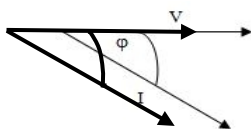
Beban resistif (R) yaitu beban yang terdiri dari komponen tahanan ohm saja (*resistance*), seperti elemen pemanas (*heating element*) dan lampu pijar. Beban jenis ini hanya mengkonsumsi beban aktif saja dan mempunyai faktor daya sama dengan satu. Tegangan dan arus sefasa.



Gambar 4. Grafik Arus dan Tegangan Pada Beban Resistif

2) **Beban Induktif (L)**

Beban induktif (L) yaitu beban yang terdiri dari kumparan kawat yang dililitkan pada suatu inti, seperti coil, transformator, dan solenoida. Beban ini dapat mengakibatkan pergeseran fasa (*phase shift*) pada arus sehingga bersifat lagging. Hal ini disebabkan oleh energi yang tersimpan berupa medan magnetis akan mengakibatkan fasa arus bergeser menjadi tertinggal terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan daya reaktif.

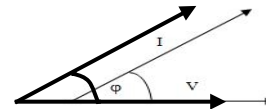


Gambar 5. Grafik Arus dan Tegangan Pada Beban Induktif

3) **Beban Kapasitif (C)**

Beban kapasitif (C) yaitu beban yang memiliki kemampuan kapasitansi atau kemampuan untuk menyimpan energi yang berasal dari pengisian

elektrik (electrical discharge) pada suatu sirkuit. Komponen ini dapat menyebabkan arus leading terhadap tegangan. Beban jenis ini menyerap daya aktif dan mengeluarkan daya reaktif.



Gambar 6. Grafik Arus dan Tegangan Pada Beban Kapasitif

Tabel 1. Faktor-Faktor Karakteristik Beban [6]

Jenis Beban	Daya (kW)	Faktor-faktor Beban		
		Faktor Kebutuhan	Faktor Beban	Faktor Deversitas
Domestik	0,4 s/d 1,5	70-100%	10-15%	1,2-1,3
Komersial	0,5 s/d 2	90-100%	25-30%	1,1-1,2
Industrial Besar	100-500	70-80%	60-65%	-
Industrial Berat	>500	85-90%	70-80%	-

G. Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu bulan) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m² bulan [7].(Lingkungan & Tadulako 2011)

Persamaannya yang adalah:

$$IKE = \frac{\text{Konsumsi energi total selama periode tertentu (kWh)}}{(\text{Luas Area Room}) + (\text{Luas Area Non Room})} \quad (24)$$

Keterangan:

IKE = Konsumsi Energi (kWh)

Luas Gedung area room / non room (m²)

Satuan IKE adalah kWh/m² per tahun Dan pemakaian IKE ini telah ditetapkan di berbagai negara antara lain ASEAN dan APEC.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh ASEAN-USAID pada tahun 1987 yang laporannya baru dikeluarkan tahun 1992, target besarnya Intensitas Konsumsi Energi (IKE) listrik untuk Indonesia adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Intensitas Konsumsi Energi Bangunan (Direktorat Pembangunan Energi)

Bangunan	Pemakaian Energi
IKE untuk perkantoran (komersial)	240 kWh/m ² /thn
IKE untuk pusat belanja	330 kWh/m ² /thn
IKE untuk hotel/apartemen	300 kWh/m ² /thn
IKE untuk rumah sakit	380 kWh/m ² /thn

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di gedung Pemerintahan Kabupaten Halmahera Barat (Kantor Bupati), dengan waktu penelitian selama satu bulan lebih dimulai dari awal bulan September sampai dengan pertengahan bulan Desember 2016.

B. Sumber Data

Sumber data yang diperlukan adalah pengumpulan data historis dan pengukuran secara langsung. Data historis konsumsi energi dalam perhari dan perbulan dapat memberikan informasi tentang variasi konsumsi dan kebutuhan energi listrik (kWh), biaya listrik (rekening listrik PLN), jumlah dan biaya bahan bakar.

Data-data historis khusus untuk system kelistrikan biasanya dikumpulkan melalui rekening listrik bulanan selama setahun. Data-data yang telah dikumpulkan dievaluasi dan dianalisis menggunakan formula ilmu kelistrikan.

C. Pengukuran

Di samping data historis, pengukuran langsung sangat diperlukan untuk mendapatkan data yang akurat. Dalam sistem kelistrikan yang perlu diukur adalah daya (daya aktif, reaktif dan kompleks), faktor daya, pembebanan pada trafo dan konsumsi energi listrik.

D. Standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas Konsumsi Energi (*Energy Use Intensity*) atau IKE (EUI) berdasarkan formula perhitungan dalam Peraturan Gubernur No. 38 tahun 2012 adalah besar energi yang digunakan suatu bangunan gedung perluas area yang dikondisikan dalam satu bulan atau satu tahun. Area yang dikondisikan adalah area yang diatur temperatur ruangnya sedemikian rupa sehingga memenuhi standar kenyamanan dengan udara sejuk disuplai dari sistem tata udara gedung.

IKE dijadikan acuan untuk melihat seberapa besar konservasi energi yang dilakukan gedung tersebut. Bila diindustri/pabrik, istilah yang digunakan dan serupa tujuannya adalah konsumsi energi spesifik (*Specific Energy Consumption*) yaitu besar penggunaan energi untuk satuan produk yang dihasilkan. Berdasarkan Peraturan Gubernur No. 38 tahun 2012, standar IKE untuk berbagai tipe/fungsi bangunan adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Tipe Bangunan	Rentang IKE (kWh/m ² /Tahun)			Waktu Operasi Acuan (benchmark operation hours)
	Batas Bawah	Acuan	Batas Atas	
Perkantoran	210	250	285	10 jam/hari, 5 hari/minggu, 52 minggu/thn = 2600 jam/thn
Hotel	290	350	400	24 jam/hari, 7 hari/minggu, 52 minggu/thn = 8736 jam/thn
Apartemen	300	350	400	24 jam/hari, 7 hari/minggu, 52 minggu/thn = 8736 jam/thn
Sekolah	195	235	265	8 jam/hari, 5 hari/minggu, 52 minggu/thn = 2080 jam/thn
Rumah Sakit	290	350	400	24 jam/hari, 7 hari/minggu, 52 minggu/thn = 8736 jam/thn
Pertokohan	350	450	500	12 jam/hari, 7 hari/minggu, 52 minggu/thn = 4368 jam/thn

Jika pada rentang lebih rendah daripada batas bawah, maka bangunan gedung tersebut dikatakan hemat sehingga perlu mempertahankan dengan melaksanakan SOP dan pemeliharaan yang sistematis. Jika di antara batas bawah dan acuan, maka bangunan gedung tersebut dikatakan agak hemat sehingga perlu meningkatkan kinerja dengan melakukan tuning up. Jika di antara acuan dan batas atas, maka bangunan gedung tersebut dikatakan agak boros sehingga perlu melakukan beberapa perubahan. Bila di atas batas atas, maka perlu dilakukan *retrofitting* atau *replacement*.

Pada hakekatnya Intensitas Konsumsi Energi ini adalah hasil bagi antara konsumsi energi total selama periode tertentu (satu bulan) dengan luasan bangunan. Satuan IKE adalah kWh/m² bulan.

Menurut pedoman pelaksanaan konservasi energy dan pengawasannya di Lingkungan Departemen Pendidikan Nasional [6] dalam menentukan presentasi penghematan energy. Untuk gedung kantor dan bangunan gedung komersial, nilai standar IKE di golongkan dalam dua kriteria, yaitu untuk bangunan ber-AC dan bangunan tidak ber-AC seperti ditunjukkan pada Table 4 dan Tabel 5.

Tabel 4. Standar Intensitas Komsumsi Energi Gedung Ber-AC

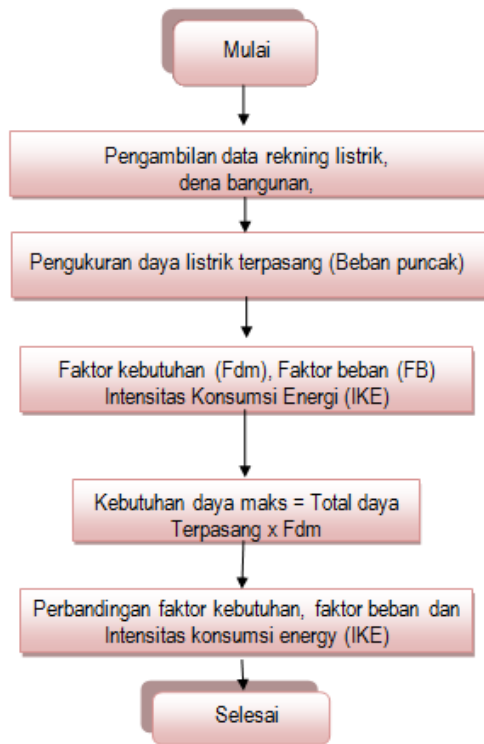
No	Jenis krakteria IKE	Standar IKE per-bulan	Standar IKE per-tahun
1	Sangat efisien	4,17 – 7,92 kWh/m ² /bulan	50 – 95 kWh/m ² /tahun
2	Efisien	7,92 – 12,08 kWh/m ² /bulan	95 – 145 kWh/m ² /tahun
3	Cukup efisien	12,08 – 14,58 kWh/m ² /bulan	95 – 145 kWh/m ² /tahun
4	Agak boros	14,58 – 19,17 kWh/m ² /bulan	145 – 175 kWh/m ² /tahun
5	Boros	19,17 – 23,75 kWh/m ² /bulan	175 – 285 kWh/m ² /tahun
6	Sangat boros	23,75 – 37,5 kWh/m ² /bulan	285 – 450 kWh/m ² /tahun

Tabel 5. Standar Intensitas Komsumsi Energi Gudung Tidak Ber-AC

No	Jenis krakteria IKE	Standar IKE per-bulan	Standar IKE per-tahun
1	Efisien	0,84 – 1,67 kWh/m ² /bulan	10 – 20 kWh/m ² /tahun
2	Cukup efisien	1,67 – 2,5 kWh/m ² /bulan	20 – 30 kWh/m ² /tahun
3	Boros	2,5 – 3,34 kWh/m ² /bulan	30 – 40 kWh/m ² /tahun
4	Sangat boros	3,34 – 4,17 kWh/m ² /bulan	40 – 50 kWh/m ² /tahun

E. Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada bagan alir dibawah ini :



Gambar 7.Tahap Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sumber Energi Listrik

Kebutuhan Utama Energi Listrik pada gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat disuplai dari PLN melalui transformator (Trafo Distribusi Daya) 250 kVA 20kV/380V-220V dan juga dengan menggunakan Diesel Generator (Genset) berkapasitas 250 kVA, dimana jika terjadi pemadaman. Daya Terpasang pada gedung Pemda Halbar berbeda-beda seperti yang ada pada table 4.1. dan juga biaya yang harus dibayar dalam 1 bulan, dimana data yang digunakan adalah rekening listrik bulan januari sampai desember 2016.

Tabel 6. Tarif daya terpasang dan rekening listrik Kantor Bupati

No	Nomor ID.PEL	Nama Pelanggan (gedung)	Tarif/Daya (kVA)	Rekening (Rp)	Bulan
1	412500941192	KTR,Bupati Halbar	P1/105 kVA	61.021.678	Desember

B. Analisa Data

Dari data rekening listrik diatas dapat dianalisis bahwa daya terpakai di gedung Kantor Bupati adalah : 105 kVA.

Dengan faktor kebutuhan sebesar 0.8 seperti pada tabel 5. Maka total daya maksimum adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total daya maksimum} &= \text{Kebutuhan daya terpasang} \times \text{factor kebutuhan} \\ &= 105 \times 0.8 \\ &= \mathbf{84 \text{ kVA}} \end{aligned}$$

1) Faktor Kebutuhan (*Demand Factor*)

Faktor kebutuhan adalah perbandingan antara kebutuhan maksimum (beban puncak) terhadap total daya tersambung.

Dari daya total maksimum di atas adalah termasuk dalam golongan tariff pelanggan yang berada pada tariff P-1/TR dengan batas daya 6600 VA sampai dengan 200 kVA.

Daya rata-rata (kW) sesuai dengan hasil pengukuran selama lima hari kerja adalah : 167,78 kW

Daya rata-rata (kVA) :193,86 kVA

Faktor kebutuhan yang ideal adalah 70% - 80% (Agus MAulana dkk.2005). Jika nilainya terlalu rendah maka kemungkinan kontrak daya dengan PLN perlu ditinjau kembali.

Pada penelitian ini faktor kebutuhan dihitung berdasarkan rata-rata daya yang terpakai dibagi dengan daya yang terpasang dengan demikian faktor kebutuhan (Fdm) adalah : **1,88**

Didapat total daya maksimum adalah :

$$\text{Total daya maksimum} = 105 \times 1,88 = \mathbf{197,4 \text{ kVA}}$$

Nilai diatas jika dibandingkan dengan table nilai Fdm adalah sangat ideal karena melebihi dari nilai standar yaitu sebesar 0,6 – 0,8. Namun dalam perencanaan penggunaan daya listrik ke depan harus dilakukan penambahan daya terpasang.

Tabel 7. Perbandingan total daya maksimum menurut Faktor kebutuhan (Fdm) standar antara daya terpasang dengan hasil perhitungan pengukuran

No	Faktor Kebutuhan (Fdm)	Nilai Fdm	Total daya maksimum (kVA)	Fdm %
1	Fdm Standar	0,8	84 kVA	80%
2	Fdm Hasil Pengukuran	1,88	197,4 kVA	188%

2) Faktor Beban (*Load Factor*)

Faktor beban adalah suatu angka yang menunjukkan fluktuasi beban yang terjadi dalam suatu priode tertentu. Besar faktor beban ini didefinisikan sebagai perbandingan antara daya beban rata-rata dengan daya beban maksimum (beban puncak) yang terjadi. Faktor Beban = 94,95%

Analisa Kebutuhan Daya Listrik Terpasang pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat

3) **Beban Rata-rata**

Beban rata-rata yang akan dihitung ini berdasarkan perhitungan faktor beban diatas yaitu 0,949. Maka dapat dihitung beban rata-rata, yaitu :
 Beban rata-rata = Faktor Beban x Total Daya Maksimum (kW) = 167,68 kW

C. Analisa Beban Terpasang

Dalam perhitungan dan analisa ini diasumsikan faktor daya (cos Φ) rata-rata sebesar 0,9 lagging. Pemakaian faktor daya ini dimaksudkan untuk memperkirakan kebutuhan daya semu cukup besar, maka cos Φ = 0,9 lagging. Kapasitas daya terpasang dari transformator sebesar 250 kVA. Maka :

Beban terpasang = 86,31 kVA
 Beban maksimum = 196,33 kVA

Beban rata-rata = 186,31 kVA

Dari hasil perhitungan diatas dapat di tentukan faktor kebutuhan dan faktor kapasitas transformator yaitu :

Faktor kebutuhan transformator adalah 1,07
 Faktor kapasitas transformator adalah 74,52%

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui bahwa hasil kapasitas pembebanan trafo sudah hampir sampai pada titik maksimal, yaitu 80 %.

D. Standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

Intensitas konsumsi energi diartikan sebagai perbandingan antara jumlah pemakaian energi listrik per bulan atau per tahun dengan luas ruangan atau bangunan (kwh/m² per bulan atau per tahun) [7].

Tabel 8. Standar Intensitas Konsumsi Energi (IKE) Untuk Perkantoran

Tipe Bangunan	Rentang IKE (kWh/m ² /Tahun)			Waktu Operasi Acuan
	Batas Bawah	Acuan	Batas Atas	
Perkantoran	210	250	285	10 jam/hari, 5 hari/minggu, 52 minggu/thn = 2600 jam/thn

1) **Ruangan dan Beban Listrik**

Karena bentuk, luas serta fungsi dari ruangan berbeda-beda maka penggunaan energi listrik pada setiap ruangan juga bervariasi. Hal ini tergantung kepada aktifitas dan jumlah beban yang digunakan.

Tabel 9. Data total luas ruangan Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat

No	Lantai Gedung	Room (m ²)	Non Room (m ²)	Total (m ²)
1	Lantai 1	4.988	2.562	7.550
2	Lantai 2	4.880	1.055	5.935
3	Lantai 3	368	120	488
Total		10.236	3.737	13.973

Tabel 10. Jenis beban listrik dan total luas ruangan per-lantai

No	Lantai Gedung	Total Luas Ruangan m ²		AC Pendingin			Jenis Penerangan Lampu		
		Ber-AC	Tidak Ber-AC	½ PK 373w	1 PK 746w	4 PK 3000w	LHE 20w	TL 40w	Mercuri 100w
1	Lantai 1	4.536	452	15	68	8	339	308	7
2	Lantai 2	4.462	418	11	54	8	146	318	-
3	Lantai 3	363	5	1	2	2	6	24	-
Total		9.361	875	27	124	18	491	650	7

Untuk menghitung perkiraan besarnya konsumsi energi dari beban yang ada di setiap ruangan pada Gedung Kantor Bupati Kabupaten Halmahera Barat digunakan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Konsumsi listrik} &= \text{Daya (kw)} \times \text{waktu pemakaian} \\ &= (10 \text{ jam}) \times 20 \text{ hari kerja (bulan)} \\ &= \text{Daya (kw)} \times 2600 \text{ jam (tahun)} \end{aligned}$$

Tabel 11. Total kebutuhan energi per-lantai dan total komsumsi energi pada ruangan ber-AC dan ruangan tidak ber-AC

Lantai Gedung	Total komsumsi energi per-lantai		Total komsumsi energi ruangan ber-AC		Total komsumsi energi ruangan tidak ber-AC	
	kWh/bulan	kWh/thn	kWh/bulan	kWh/thn	kWh/bulan	kWh/thn
Lantai 1	20.024,6	260.319,8	18.584,6	241.599,8	1.440,0	18.720,0
Lantai 2	16.805,4	218.470,2	15.789,4	205.262,2	1.016,0	13.208,0
Lantai 3	1.789,0	23.257,0	1.761,0	22.893,0	28,0	364,0
Total	38.619,	502.047,	36.135,	469.755,	2.484,	32.292,

2) **Perhitungan Intensitas Komsumsi Energi (IKE)**

Data-data yang diperlihatkan pada **Tabel 9 - Table 11** di atas hanya merupakan data-data total luas ruangan gedung yang penulis ambil sebagai sampel dalam menghitung Intensitas Konsumsi Energi dari total ruangan per-lantai 1, 2, dan 3. Total nilai IKE untuk ruangan **ber-AC** per-lantai selama satu bulan dan satu tahun dapat dilihat pada tabel 12.

Tabel 12. Hasil Perhitungan IKE

Lantai Gedung	Nilai IKE Ruangan Ber-AC		Keterangan
	IKE/Bulan	IKE/Tahun	
Lantai 1	4,09 kWh/m ²	53,26 kWh/m ²	Sangat Efisien
Lantai 2	3,53 kWh/m ²	46,00 kWh/m ²	Sangat Efisien
Lantai 3	4,85 kWh/m ²	63,06 kWh/m ²	Sangat Efisien
Lantai Gedung	Nilai IKE Ruangan Tidak Ber-AC		Keterangan
	IKE/Bulan	IKE/Tahun	
Lantai 1	3,18 kWh/m ²	41,41 kWh/m ²	Boros
Lantai 2	2,43 kWh/m ²	31,59 kWh/m ²	Boros
Lantai 3	5,6 kWh/m ²	72,8 kWh/m ²	Sangat Boros

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari analisa hasil pengukuran dan perhitungan maka diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Daya terpasang pada Gedung Kantor bupati sebesar 105 kVA dengan penggunaan daya beban maksimum sebesar 84 kVA adalah sangat efisien jika menggunakan standar faktor kebutuhan sebesar 0.8. Sedangkan jika menggunakan data pengukuran di lapangan diperoleh standar faktor kebutuhan adalah, 1,88 dengan penggunaan daya beban maksimum sebesar 197,4 kVA.
2. Dari hasil perhitungan IKE pada Gedung Kantor Bupati yang memiliki total luas ruangan ber-AC 9.361, dengan mengkonsumsi energi listrik selama satu bulan totalnya 36.135 kWh/bulan, jika di bandingkan dengan standar IKE maka nilainya sangat efisien, berbeda dengan perhitungan IKE untuk ruangan tidak ber-AC yang memiliki total luas ruangan 875 dan mengkonsumsi energi selama satu bulan 2,484 kWh/bulan, jika di bandingkan dengan standar IKE untuk ruangan tidak ber-AC maka nilai IKEnya masuk kreteria ruangan yang boros atau sangat boros mengkonsumsi energi listrik.

B. Saran

1. Perlu dilakukan penambahan daya pada Gedung Kantor Bupati untuk disesuaikan dengan daya beban yang terpasang, dan mengantisipasi penambahan penggunaan daya listrik dimasa yang aka datang.
2. Agar dilakukan peninjauan ulang atas semua instalasi /peralatan energy serta penerapan manajemen energy dalam pengelolaan bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baso Mukhlis, 2011. Evaluasi penggunaan listrik pada bangunan gedung di lingkungan universitas tadulako. Jurusan Teknik Elektro UNTAD Palu, Indonesia, FORISTEK : Forum Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, pp.33–42.
- [2] Riki Zulfikar, 2013. EVALUASI KEBUTUHAN DAYA LISTRIK DAN KEMUNGKINAN UNTUK PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK DI HOTEL SANTIKA BOGOR. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro.
- [3] Haryono, Tiyono. Manajemen Energi Listrik AC, Diktat mata kuliah Manajemen Energi (ME) Elektrik di MSEE UGM Teknik Elektro FT UGM. Yogyakarta

- [4] Maulana, Agus. 2009. “Penghematan Energi Listrik pada Air Conditioning (AC)” disampaikan pada acara Bimbingan Teknis Hemat Energi yang diselenggarakan Departemen Pendidikan Nasional tahun 2009.
- [5] Zuhail, 1986. Dasar teknik tenaga listrik. Penerbit : ITB.
- [6] Zuhail, 1990. Dasar teknik tenaga listrik dan elektronika daya. Gramedia.
- [7] SPLN. Jenis Golongan Tarif Dasar Listrik PT. PLN (Persero)