

## **BAB II**

### **TINJUAN PUSTAKA**

#### **A. Pengertian KWh Meter**

KWh Meter adalah suatu alat untuk mengetahui pemanfaatan energi listrik. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan strategi penerimaan medan atraktif dimana medan atraktif menggerakkan pelat yang terbuat dari aluminium. Watt atau Kwatt meter yang biasa disebut Watt-meter/Kwatt meter disusun sedemikian rupa sehingga lilitan tegangan dapat berputar tanpa hambatan, sehingga daya listrik dapat diperkirakan, baik dalam satuan WH (watt hour) maupun dalam satuan kWh (kilowatt hour). Pemanfaatan tenaga listrik di industri dan keluarga menggunakan satuan kilowatt-hour (kWh), dimana 1 kWh setara dengan 3,6 MJ. Itulah alasan peralatan yang digunakan untuk mengukur energi dalam industri dan rumah tangga dikenal sebagai watthourmeters. Berapa tagihan listrik secara garis besar sesuai dengan angka yang tercatat pada kWh meter setiap bulannya untuk saat ini. Meteran penerima kWh adalah jenis utama yang digunakan dalam perkiraan daya listrik rumah tangga. Bagian prinsip dari kWh meter adalah loop tegangan, arus ikal, lingkaran aluminium, magnet super tahan lama, dan roda gigi mekanik yang mencatat jumlah putaran pelat. Setiap kali meteran dikaitkan dengan daya satu tahap, pelat mendapat gaya yang membuatnya berputar seperti mesin dengan tingkat akurasi yang serius. Semakin banyak daya yang digunakan, semakin menonjol kecepatan piringan begitu juga sebaliknya. Pada sistem pembayaran listrik ada dua jenis kwh meter yaitu;

- **kWh Meter Digital**

Sistem Digital mengharuskan pelanggan membeli token listrik terlebih dahulu sebelum dapat menggunakan energi listrik. Token ini mewakili jumlah kWh tertentu yang langsung terpotong seiring penggunaan energi. Sistem ini biasanya dilengkapi dengan alat yang dapat memberikan peringatan jika saldo hampir habis, sehingga pelanggan memiliki kontrol lebih besar atas konsumsi energi mereka.



Gambar 2.1 kWh meter digital

- **kWh Meter Analog**

Pada sistem Analog, pelanggan menggunakan listrik terlebih dahulu, kemudian membayar tagihan sesuai dengan konsumsi energi selama periode tertentu. Perusahaan listrik bertanggung jawab dalam mencatat dan menghitung penggunaan energi, yang biasanya dilakukan melalui pencatatan meter manual atau sistem otomatis.



Gambar 2.2 kWh meter analog

## B. Perbandingan Karakteristik Sistem

Berikut adalah beberapa karakteristik utama yang membedakan sistem Digital dan Analog:

Tabel 2.1 karakteristik utama yang membedakan sistem Digital dan Analog

| Aspek                        | Digital                                                           | Analog                                                       |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Metode Pembayaran</b>     | Pembayaran di muka (token kWh).                                   | Pembayaran bulanan setelah konsumsi.                         |
| <b>Pengendalian Konsumsi</b> | Pengguna dapat memantau langsung saldo dan konsumsi.              | Tidak ada pengendalian langsung oleh pengguna.               |
| <b>Transparansi Biaya</b>    | Sangat transparan, pelanggan mengetahui biaya sebelum penggunaan. | Kurang transparan karena bergantung pada pencatatan tagihan. |
| <b>Kemudahan Akses</b>       | Membutuhkan pengisian ulang secara berkala.                       | Tidak memerlukan pengisian ulang; listrik selalu tersedia.   |

### **C. Efisiensi Energi**

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sistem Digital mendorong pelanggan untuk lebih hemat dalam penggunaan listrik. Menurut laporan *Journal of Energy Efficiency* (2021), pelanggan Digital mampu menghemat konsumsi energi hingga 10–20% dibandingkan dengan pelanggan Analog. Hal ini disebabkan oleh kesadaran yang lebih tinggi terhadap penggunaan listrik, karena pelanggan dapat memantau saldo mereka secara *real-time*.

Sebaliknya, pada sistem Analog, pelanggan cenderung kurang memperhatikan penggunaan energi karena pembayaran dilakukan setelah konsumsi, sehingga tidak ada pengingat langsung mengenai tingkat konsumsi energi.

### **D. Dampak Sosial dan Ekonomi**

- **Dampak Sosial**

Sistem Digital meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya efisiensi energi dan pengelolaan keuangan. Namun, ada kekhawatiran bahwa sistem ini dapat menyulitkan pelanggan yang kurang mampu karena mereka harus membayar di muka.

- **Dampak Ekonomi**

Dari sudut pandang penyedia listrik, sistem Digital mengurangi risiko kredit macet dan biaya administrasi terkait penagihan. Di sisi lain, sistem Analog memberikan fleksibilitas lebih kepada pelanggan tetapi membutuhkan biaya tambahan untuk pengelolaan dan penagihan.

## **E. Kepuasan dan Persepsi Pelanggan**

Sebuah survei oleh *Energy Policy Research Group* (2020) mengungkapkan bahwa pelanggan sistem Digital merasa lebih puas karena mereka memiliki kendali penuh atas konsumsi energi mereka. Transparansi dalam sistem Digital dianggap sebagai salah satu keunggulan utamanya. Namun, beberapa pelanggan mengeluhkan ketidaknyamanan karena harus mengisi ulang token secara berkala.

Sebaliknya, pelanggan Analog cenderung merasa nyaman dengan ketersediaan listrik tanpa batas waktu, tetapi seringkali mengeluhkan kurangnya transparansi dalam perhitungan tagihan.

## **F. Pengaruh Terhadap Beban Puncak**

Penggunaan sistem Digital membantu penyedia listrik dalam memonitor konsumsi energi pelanggan secara lebih efektif, terutama pada saat beban puncak. Hal ini memungkinkan perusahaan listrik untuk mengatur distribusi energi secara efisien. Sebaliknya, pelanggan Analog kurang memberikan kontribusi dalam manajemen beban karena konsumsi energi mereka tidak terpantau secara *real-time*.

## **G. Keunggulan Dan Kekurangan Sistem Digital Dan Analog**

### **a. Sistem Digital**

Keunggulan:

1. Pengendalian konsumsi energi: Pelanggan lebih sadar terhadap jumlah listrik yang digunakan karena mereka harus membeli sesuai kebutuhan.
2. Kemudahan pembayaran: Tidak ada tagihan bulanan, sehingga pelanggan bebas dari risiko denda keterlambatan pembayaran.

3. Efisiensi dalam pengelolaan biaya: Pelanggan dapat mengelola pengeluaran listrik dengan lebih terencana.

Kelemahan:

1. Risiko pemadaman mendadak: Jika pelanggan kehabisan saldo, listrik akan otomatis mati.
2. Keterbatasan akses: Pengisian ulang memerlukan akses ke sistem pembayaran yang kadang tidak selalu tersedia.

#### b. Sistem Analog

Keunggulan:

1. Ketersediaan listrik terus-menerus: Pelanggan tidak perlu khawatir kehabisan saldo karena pembayaran dilakukan belakangan.
2. Kenyamanan pembayaran terintegrasi: Tagihan sering kali mencakup berbagai layanan, seperti air dan internet.

Kelemahan:

1. Potensi pemborosan energi: Karena tidak ada batasan langsung, pelanggan cenderung kurang kontrol terhadap konsumsi.
2. Risiko denda dan pemutusan: Ketika pelanggan terlambat membayar, mereka dapat dikenakan denda atau bahkan diputus dari layanan.

### **H. Pengukuran Energi**

Energi listrik adalah perkalian dari daya yang digunakan dengan waktu atau pemakaian daya selama waktu tertentu. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$E = P \times t$$

$$E = (V \times I \times \cos \theta) \times t$$

Alat ukur yang digunakan adalah KWH meter. KWH meter umum digunakan untuk pengukuran pemakaian energi listrik komersil oleh perusahaan listrik. Jumlah pemakaian energi listrik oleh konsumen dicatat oleh perusahaan listrik menggunakan KWH meter untuk kemudian ditagihkan kepada konsumen listrik tersebut. KWH meter merupakan alat ukur energi listrik dalam satuan kWh (kilowatt-hour). Alat ini memiliki komponen pengukuran daya seperti wattmeter, sehingga juga memiliki komponen pengukur arus (dihubung seri) dan komponen pengukur tegangan (dihubung paralel).

### **I. KWH Meter Analog**

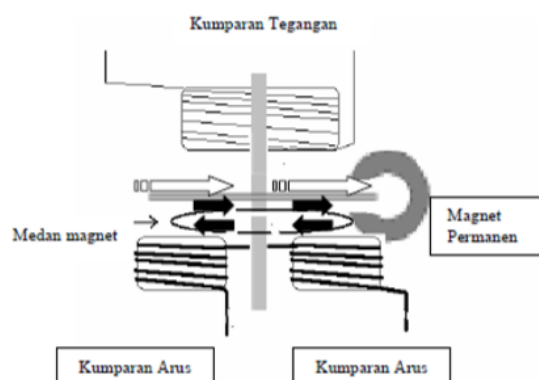
Kwh meter adalah alat yang digunakan oleh pihak PLN untuk menghitung besar pemakaian daya konsumen. Alat ini sangat umum dijumpai di masyarakat. Bagian utama dari sebuah KWH meter adalah kumparan tegangan, kumparan arus, piringan aluminium, magnet tetap yang tugasnya menetralkan piringan aluminium dari induksi medan magnet dan gear mekanik yang mencatat jumlah perputaran piringan aluminium.

Alat ini bekerja menggunakan metode induksi medan magnet dimana medan magnet tersebut menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut akan menggerakkan counter digit sebagai tampilan jumlah kWh.



Gambar 2.3 piring aluminium pada kWh analog

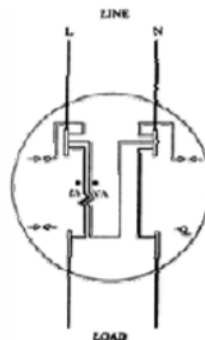
Gambar di atas menggambarkan kepada kita bagaimana medan magnet memutar piringan aluminium. Arus listrik yang melalui kumparan arus mengalir sesuai dengan perubahan arus terhadap waktu. Hal ini menimbulkan adanya medan di permukaan kawat tembaga pada koil kumparan arus. Kumparan tegangan membantu mengarahkan medan magnet agar menerpa permukaan aluminium sehingga terjadi suatu gesekan antara piringan aluminium dengan medan magnet disekelilingnya. Dengan demikian maka piringan tersebut mulai berputar dan kecepatan putarnya dipengaruhi oleh besar kecilnya arus listrik yang melalui kumparan arus.



Gambar 2.4 koneksi KWH Meter

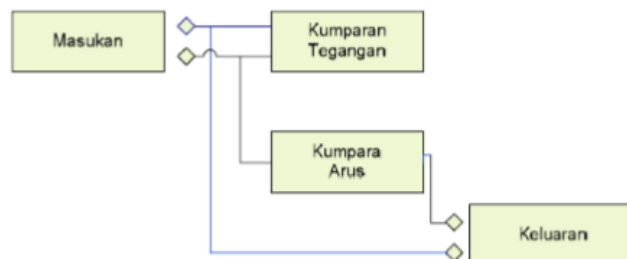


Gambar di atas merupakan koneksi KWH Meter dimana ada empat buah terminal yang terdiri dari dua buah terminal masukan dari jala-jala listrik PLN dan dua terminal lainnya merupakan terminal keluaran yang akan menyuplai tenaga listrik ke rumah.



Gambar 2.5 dua terminal yang dihubungkan secara paralel

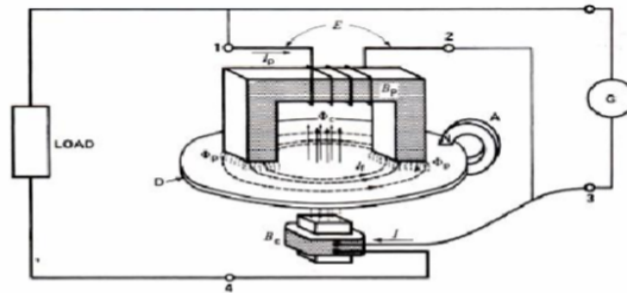
Dua terminal masukan dihubungkan ke kumparan tegangan secara paralel dan antara terminal masukan dan keluaran dihubungkan ke kumparan arus. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di atas.



## J. Prinsip Kerja KWH Meter

Berikut diberikan gambar KWH meter analog beserta gambar prinsip kerja dari KWH meter tersebut apabila ditinjau dari segi fisika. Dari gambar 5 dapat dijelaskan bahwa arus beban  $I$  menghasilkan fluks bolak balik  $\Phi_c$ , yang melewati piringan aluminium dan menginduksinya, sehingga menimbulkan tegangan dan eddy current. Kumparan tegangan  $B_p$  juga menghasilkan fluks bolak-balik  $\Phi_p$  yang memintas arus

If. Karena itu piringan mendapat gaya, dan resultan dari torsi membuat piringan berputar.



Gambar 2.6 Prinsip kerja kWh meter

Torsi ini sebanding dengan fluks  $\Phi_p$  dan arus  $I_F$  serta harga cosinus dari sudut antaranya. Karena  $\Phi_p$  dan  $I_F$  sebanding dengan tegangan  $E$  dan arus beban  $I$ , makatorsi motor sebanding dengan  $EI \cos \theta$ , yaitu daya aktif yang diberikan ke beban. Karena itu kecepatan putaran piringan sebanding dengan daya aktif yang terpakai. Semakin besar daya yang terpakai, kecepatan piringan semakin besar, demikian pula sebaliknya. Secara umum perhitungan untuk daya listrik dapat di bedakan menjadi tiga macam, yaitu:

- Daya kompleks  $S(\text{VA}) = V.I$
- Daya reaktif  $Q(\text{VAR}) = V.I \sin \phi$
- Daya aktif  $P(\text{Watt}) = V.I \cos \phi$

Hubungan dari ketiga daya diatas dapat dituliskan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} S &= \sqrt{P^2 + Q^2} \\ S &= \sqrt{(VI)^2 (\sin^2 \theta + \cos^2 \theta)} \\ S &= VI \end{aligned}$$

Dari ketiga daya diatas, yang terukur pada KWH meter adalah daya aktif, yang dinyatakan dengan satuan Watt.