

**ANALISIS HUBUNGAN ARUS BOCOR DAN PENYEBABNYA TERHADAP KERUGIAN
PEMBAYARAN REKENING BULANAN KONSUMEN INSTALASI RUMAH TANGGA PADA
PT.PLN (Persero) CABANG MERAUKE.**

Paulus Magera, Jayadi

Program Studi Teknik Elektro Universitas Musamus Merauke

Email : Butoq_007@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kondisi dimana jumlah pembayaran beban rekening listrik sering dinilai kurang masuk akal oleh konsumen karena nilainya berbeda dengan perhitungan pemakaian dan beban terpasang pada rumah konsumen diperkirakan salah satunya disebabkan oleh adanya arus bocor. Pada Instalasi rumah tangga perlu diteliti apakah jumlah pembayaran rekening yang berlebihan itu disebabkan karena arus bocor yang tidak disadari oleh konsumen akan menyebabkan banyaknya pemakaian dalam pencatatan meteran listrik . Penelitian ini bertujuan untuk mencari hubungan antara kedua hal tersebut, termasuk faktor-faktor penyebab arus bocor itu sendiri.

Penelitian dilakukan di dua kelurahan diwilayah Kota Merauke. Dilakukan dengan metode observasi dan wawancara dilapangan. Jumlah responden yang diikutkan adalah 89 KK di Kelurahan mandala dan 62 KK di Sringgu Jaya dengan mengambil sampel masing-masing lima daya 450 VA, 900 VA,1300 VA dan diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu referensi untuk perbaikan pelayanan dan sekaligus menjadi penyadaran akan kondisi kelistrikan yang ada saat ini.

PENDAHULUAN

Pembayaran beban rekening listrik sering dinilai kurang masuk akal oleh konsumen karena nilainya berbeda dengan perhitungan pemakaian dan beban terpasang pada rumah konsumen yang bersangkutan. Secara realistis seharusnya perbedaan antara nilai anggapan konsumen dengan nilai yang tercatat oleh petugas pencatat PLN yang kemudian menjadi nilai yang tertagihkan adalah sama antara pemilik dengan pihak PLN. Perbedaan tersebut selain dapat disebabkan karena faktor non-teknis yaitu kesalahan pencatatan beban yang terpakai oleh petugas PLN, juga dapat disebabkan adanya faktor

secara teknis yang kurang mendapat perhatian oleh konsumen pengguna listrik itu sendiri.

Kondisi ideal suatu instalasi listrik rumah tangga, yaitu jika semua beban tidak tersambung ke sumber listrik (beban tidak beroperasi) maka tidak ada arus yang mengalir melalui penghantar karena kawat fasa dan kawat netral maupun pentanahan dipisahkan oleh isolator serta karena tidak adanya beban listrik yang beroperasi. Jadi jika tidak ada beban beroperasi maka tentunya tidak ada perubahan pada meteran milik konsumen tersebut

Kenyataan yang terjadi, dalam isolator tersebut masih terdapat sedikit elektron bebas yang dapat mengalirkan arus (Naidu, 1995). Selain itu energi listrik yang disalurkan ke konsumen biasanya akan menyebabkan adanya arus lain yang juga mengkonsumsi energi tersebut sehingga besar arus yang mengalir menjadi lebih besar dari arus wajarnya karena beberapa hal seperti kapasitansi antar penghantar dan perubahan kekuatan isolasi yang menyebabkan arus bocor mengalir. Jika menggunakan arus bolak-balik dengan frekuensi 50 Hz, yang menyebabkan arus bocor melalui kapasitansi isolasi lebih besar daripada arus bocor kalau digunakan arus searah (DC).

Kebijakan pemerintah yang semakin mengurangi subsidi di berbagai bidang serta secara umum daya beli masyarakat semakin menurun disebabkan oleh kondisi ekonomi yang tidak stabil sejak krisis ekonomi tahun 1997 (Kompas, Januari 2000), menyebabkan harga pemakaian listrik dirasakan cukup tinggi oleh masyarakat pengguna listrik. Karena itu perlu diteliti lebih jauh faktor lain yang menyebabkan semakin tingginya pembayaran rekening listrik oleh masyarakat di luar faktor - faktor kebijakan dan kondisi ekonomi tersebut.

TINJAUAN PUSTAKA

Arus Bocor dan Faktor Penyebabnya.

Arus listrik adalah aliran elektron dari yang bertegangan lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah dan dapat mengalir jika merupakan suatu rangkaian tertutup. Jadi jika terdapat beda tegangan pada suatu rangkaian listrik yang tertutup maka akan terdapat aliran arus. Beda tegangan itu sendiri adalah beda potensial antara dua titik yang dihubungkan.

Arus bocor adalah arus yang mengalir dalam instalasi listrik yang melalui isolasi listrik maupun akibat kapasitansi saluran untuk tegangan bolak-balik serta adanya rugi-rugi konduktor (Malik, 1998). Efek kapasitansi pada penghantar untuk sistem tegangan rendah dapat diabaikan, hal ini diperhitungkan untuk menganalisis sistem dengan tegangan kerja yang cukup tinggi serta saluran atau penghantar yang

cukup panjang. Sedangkan kehilangan daya akibat rugi-rugi konduktor pada arus bolak balik (*Alternating Current/AC*) tergantung pada arus rms dan resistansi AC efektif konduktor. Resistansi AC lebih besar dibanding resistansi DC karena adanya efek kulit terhadap arus AC sehingga kehilangan daya konduktor pada arus AC lebih besar di banding pada arus DC (Malik, 1998). Adapun faktor yang mempengaruhi besarnya arus bocor yang terjadi dalam instalasi listrik adalah :

1. Kekuatan Isolasi

Isolasi adalah sifat atau bahan yang dapat memisahkan secara elektris dua buah penghantar atau lebih yang berdekatan sehingga tidak terjadi kebocoran arus sehingga menyebabkan lompatan api (*flashover*). Isolasi juga dipakai untuk memisahkan dua sistem dengan tegangan yang berbeda maupun fase yang berbeda dalam sebuah sistem tenaga listrik. Jadi fungsi utama isolasi adalah sebagai sarana pengamanan (Arismunandar, 1994).

Sistem tenaga listrik untuk keperluan transmisi sampai pada distribusi dengan tegangan sampai tegangan menengah umumnya menggunakan isolator pasangan luar dengan bahan dasar yang banyak dipakai di Indonesia terbuat dari keramik, gelas dan porselin. Sedangkan bahan isolasi yang banyak dipakai untuk kabel tegangan rendah adalah *polyvinylchloride* (PVC). PVC tidak bisa digunakan untuk aplikasi tegangan tinggi karena mempunyai sifat dielektrik tinggi dan kehilangan daya yang tinggi pula (Naidu, 1995).

Kekuatan isolasi tergantung pada umur isolasi dimana semakin lama sebuah isolasi digunakan maka akan semakin menurun kekuatan isolasinya. Penurunan kualitas bahan isolasi secara kimiawi (*deterioration*) terhadap karakteristik listriknya umumnya disebabkan karena panas, kelembaban, kerusakan mekanis dan tegangan lebih (Arismunandar, 1994).

2. Kapasitansi Saluran

Salurannya yang terdiri atas dua kawat atau lebih yang di beri tegangan akan bersifat seperti kapasitor. Sifat kapasitif antara dua penghantar

tersebut akan mengalirkan arus jika di beri tegangan bolak-balik. Instalasi listrik rumah tangga menggunakan tegangan bolak-balik sehingga kapasitansi saluran akan menyebabkan adanya arus bocor.

Arus bocor yang disebabkan kapasitansi saluran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Smith, 1990) :

$$i = C \frac{dv}{dt} \dots\dots\dots(1)$$

dengan :

I : arus listrik (Ampere)

C : kapasitansi (Farad)

$\frac{dv}{dt}$: perubahan tegangan terhadap waktu (Volt/detik)

Dari persamaan di atas terlihat bahwa arus tersebut berbanding lurus dengan nilai kapasitansi saluran dan besarnya perubahan tegangan terhadap waktu.

Kerugian Konsumen

Sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya bahwa arus bocor pada instalasi listrik rumah tangga sudah tentu dapat merugikan konsumen. Besarnya kerugian per-bulan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Biaya / bulan} = (\text{biaya/jam}) \times 24 \text{ jam} \times 30 \text{ hari}$$

$$\text{Biaya / jam} = \text{kWh} \times \text{tarif} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{Wh} = V \times I \times 1 \text{ jam} \dots\dots\dots(3)$$

dengan :

Wh : Watt-hour

kWh : kilo-Watt-hour (=1000 Wh)

V : tegangan (Volt)

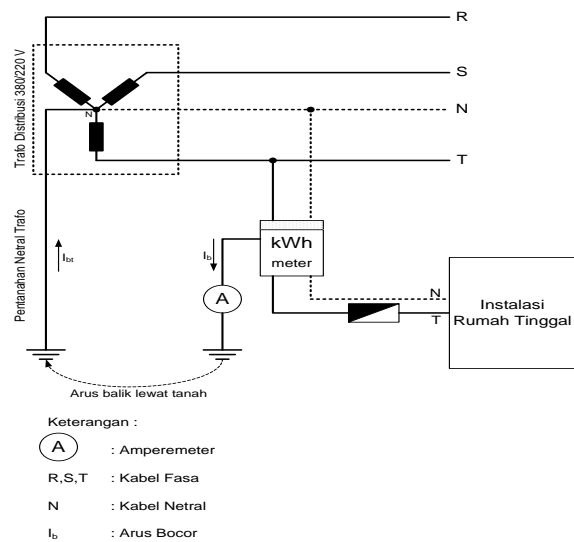
I : arus (Ampere)

Tarif :Tarif listrik (tergantung tetapan Tarif Dasar Listrik/TDL)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengukuran Arus Bocor

Pengukuran besarnya arus bocor dilakukan pada instalasi rumah tinggal dengan tiga variasi daya terpasang yaitu daya terpasang 450 VA, 900 VA dan 1300 VA. Arus bocor pada instalasi rumah tinggal dilakukan pada kawat pentanahan yang terpasang pada sisi kWh-meter, dimana untuk kondisi ideal tidak ada arus yang mengalir pada kawat pentanahan tersebut. Adapun diagram satu garis sistem pengukuran arus bocor tersebut, selengkapnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 4.1 Bagan pengukuran arus bocor pada instalasi rumah tinggal

Berdasarkan gambar di atas maka hasil pengukuran selengkapnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran arus bocor pada instalasi rumah tinggal

Sampel Rumah	Klasifikasi Daya Terpasang		
	Arus Bocor untuk daya 450 VA	Arus Bocor untuk daya 900 VA	Arus Bocor untuk daya 1300 VA

	(mA)	(mA)	(mA)
1	0,10	0,03	0,10
2	0,15	0,04	0,10
3	0,18	0,10	0,10
4	6,61	0,80	0,03
5	0,04	0,04	0,10

Sumber : Hasil Pengukuran, 2011

Analisis Pengaruh Arus Bocor Terhadap Pemakaian Energi Listrik

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa pada kondisi instalasi yang ideal tidak boleh terdapat arus bocor karena dapat menyebabkan pemakaian energi listrik tambahan yang tentunya akan berdampak pada pembayaran energi listrik itu sendiri. Sementara pemakaian energi listrik akibat arus bocor tidak lain merupakan energi listrik yang hilang karena tidak digunakan oleh beban terpasang pada instalasi rumah tinggal.

Energi listrik yang hilang akibat arus bocor tersebut, dapat dihitung sebagai berikut :

- Daya Terpasang 450 VA

Kapasitas beban terpasang =450 Volt- Ampere (VA)

Tegangan Kerja = 220 Volt

$power\ factor\ (pf) = 0,85$

Arus nominal yang mengalir = $450/220 = 2$ Ampere

Dengan demikian besarnya energi listrik yang digunakan per-bulan, jika asumsi pemakaian pada kondisi beban nominalnya yaitu sebesar 450 VA selama 24 jam per-hari (720 jam per-bulan) adalah :

$$\begin{aligned} E_{\text{beban nominal}} &= V \cdot I \cdot pf \cdot t \\ &= 220 \cdot 2 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 269,28 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

Tetapi dengan mengalirnya arus bocor dalam instalasi rumah tinggal tersebut maka besarnya energi listrik tambahan yang harus ditanggung oleh konsumen adalah :

$$\begin{aligned} 1. \text{ Arus Bocor } (I_b) &= 0,10 \text{ mA} = 0,0001 \text{ A} \\ E_{\text{arus bocor}} &= 220 \cdot 0,0001 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 0,00135 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Arus Bocor } (I_b) &= 0,15 \text{ mA} = 0,00015 \text{ A} \\ E_{\text{arus bocor}} &= 220 \cdot 0,00015 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 0,0202 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Arus Bocor } (I_b) &= 0,18 \text{ mA} = 0,00018 \text{ A} \\ E_{\text{arus bocor}} &= 220 \cdot 0,00018 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 0,0242 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Arus Bocor } (I_b) &= 6,61 \text{ mA} = 0,00661 \text{ A} \\ E_{\text{arus bocor}} &= 220 \cdot 0,00661 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 0,8900 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Arus Bocor } (I_b) &= 0,04 \text{ mA} = 0,00004 \text{ A} \\ E_{\text{arus bocor}} &= 220 \cdot 0,00004 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 0,0054 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

- Daya Terpasang 900 VA

Kapasitas beban terpasang =900 (VA)

Tegangan Kerja = 220 Volt

$power\ factor\ (pf) = 0,85$

Arus nominal yang mengalir = $900/220 = 4$ Ampere

Dengan demikian besarnya energi listrik yang digunakan per-bulan, jika asumsi pemakaian pada kondisi beban nominalnya yaitu sebesar 450 VA selama 12 jam per-hari (360 jam per-bulan) adalah :

$$\begin{aligned} E_{\text{beban nominal}} &= V \cdot I \cdot pf \cdot t \\ &= 220 \cdot 4 \cdot 0,85 \cdot 720 \\ &= 538,56 \text{ kWh / bulan} \end{aligned}$$

Tetapi dengan mengalirnya arus bocor dalam instalasi rumah tinggal tersebut maka besarnya energi listrik tambahan yang harus ditanggung oleh konsumen adalah :

1. Arus Bocor (I_b) = 0,03 mA = 0,00003 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,00003 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0040 \text{ kWh / bulan}$$

2. Arus Bocor (I_b) = 0,04 mA = 0,00004 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,00004 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0054 \text{ kWh / bulan}$$

3. Arus Bocor (I_b) = 0,10 mA = 0,0001 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,0001 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0135 \text{ kWh / bulan}$$

4. Arus Bocor (I_b) = 0,80 mA = 0,0008 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,0008 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,1077 \text{ kWh / bulan}$$

5. Arus Bocor (I_b) = 0,04 mA = 0,00004 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,00004 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0054 \text{ kWh / bulan}$$

- Daya Terpasang 1300 VA

Kapasitas beban terpasang = 1300 (VA)

Tegangan Kerja = 220 Volt

power factor (pf) = 0,85

Arus nominal yang mengalir = $1300/220 = 5,9$ Ampere

Dengan demikian besarnya energi listrik yang digunakan per-bulan, jika asumsi pemakaian pada kondisi beban nominalnya yaitu sebesar 450 VA selama 12 jam per-hari (360 jam per-bulan) adalah :

$$E_{\text{beban nominal}} = V \cdot I \cdot pf \cdot t = 220 \cdot 5,9 \cdot 0,85 \cdot 720$$

$$= 397,19 \text{ kWh / bulan}$$

Tetapi dengan mengalirnya arus bocor dalam instalasi rumah tinggal tersebut maka besarnya energi listrik tambahan yang harus ditanggung oleh konsumen adalah :

1. Arus Bocor (I_b) = 0,10 mA = 0,0001 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,0001 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0135 \text{ kWh / bulan}$$

2. Arus Bocor (I_b) = 0,10 mA = 0,0001 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,0001 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0135 \text{ kWh / bulan}$$

3. Arus Bocor (I_b) = 0,10 mA = 0,0001 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,0001 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0135 \text{ kWh / bulan}$$

4. Arus Bocor (I_b) = 0,03 mA = 0,00003 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,00003 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0040 \text{ kWh / bulan}$$

5. Arus Bocor (I_b) = 0,10 mA = 0,0001 A

$$E_{\text{arus bocor}} = 220 \cdot 0,0001 \cdot 0,85 \cdot 720 = 0,0135 \text{ kWh / bulan}$$

Selengkapnya hasil analisis pemakaian energi listrik dengan dan tanpa adanya arus bocor, dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.2 Hasil analisis pemakaian energi listrik

Daya Terps ng	Pemakaian Energi (kWh)				Tambah an Energi (kWh)	
	Tanpa arus Bocor		Dengan Arus Bocor			
	/bula n	/ta hu	/bula n	/ta hu	/bu lan	/ta hu

		n		n		n
450 VA	269,2 8	32 31, 36	269,2 9	32 31, 52	0,0 13 5	0,1 61 6
	269,2 8	32 31, 36	269,3 0	32 31, 60	0,0 20 2	0,2 42 4
	269,2 8	32 31, 36	269,3 0	32 31, 65	0,0 24 2	0,2 90 8
	269,2 8	32 31, 36	270,1 7	32 42, 04	0,8 90 0	10, 67 96
	269,2 8	32 31, 36	269,2 9	32 31, 42	0,0 05 4	0,0 64 6
900 VA	538,5 6	64 62, 72	538,5 6	64 62, 77	0,0 04 0	0,0 48 5
	538,5 6	64 62, 72	538,5 7	64 62, 78	0,0 05 4	0,0 64 6
	538,5 6	64 62, 72	538,5 7	64 62, 88	0,0 13 5	0,1 61 6
	538,5 6	64 62, 72	538,6 7	64 64, 01	0,1 07 7	1,2 92 5
	538,5 6	64 62, 72	538,5 7	64 62, 78	0,0 05 4	0,0 64 6
1300 VA	794,3 8	95 32, 51	794,3 9	95 32, 67	0,0 13 5	0,1 61 6
	794,3 8	95 32,	794,3 9	95 32,	0,0 13	0,1 61

		51		67	5	6
	794,3 8	95 32, 51	794,3 9	95 32, 67	0,0 13 5	0,1 61 6
	794,3 8	95 32, 51	794,3 8	95 32, 56	0,0 04 0	0,0 48 5
	794,3 8	95 32, 51	794,3 9	95 32, 67	0,0 13 5	0,1 61 6

Sumber : Hasil Analisis, 2011

Analisis Pengaruh Arus Bocor Terhadap Pembayaran Rekening Listrik

Perhitungan tarif pemakaian energi listrik pada penelitian ini mengacu pada tarif dasar listrik (TDL) sesuai dengan Keppres No. 104 Tahun 2003 sebagai berikut :

Tabel 4.3 Tarif dasar listrik berdasarkan golongan tarif

Glngn Tarif	Daya	Blok (kWh)	Biaya Beban (Rp/ kWh)	Biaya Pemak aian (Rp/k Wh)
R-1	450 VA	I	0 – 30	169,-
		I	>30 - 60	360,-
		I	> 60	495,-
	900 VA	I	0 – 20	275,-
		I	>20 -	445,-
				11.00 0,-

		I	60		
		I I I I	> 60		495,-
	1300 VA	I	0 – 20	30.10 0,-	385,-
		I I	>20 - 60		445,-
		I I I	> 60		495,-
	2200 VA	I	0 – 20	30.20 0,-	390,-
		I I	>20 - 60		445,-
		I I I	> 60		495,-
R-2	>220 0 VA - 6600 VA	-	-	30.40 0,-	560,-
R-3	> 6600 VA	-	-	34.26 0,-	621,-

Sumber : Keppres No. 104 Tahun 2003.

Berdasarkan tabel tarif dasar listrik di atas, maka biaya pemakaian energi listrik untuk tiap daya terpasang dapat dihitung sebagai berikut :

Daya Terpasang 450 VA :

Tanpa arus Bocor :

Energi terpakai /bulan = 269,28 kWh

Maka besarnya biaya pemakaian energi /bulan adalah :

Biaya beban 450/1000 x Rp. 11.000,-

= Rp. 4.950,-

Blok I : 30 kWh x Rp. 169,- = Rp. 5.070,-

Blok II : 30 kWh x Rp.360,- = Rp.10.800,-

Blok III : 209,28 kWh x Rp. 495,- =
Rp. 103.594,-

Total Biaya /bulan =

Rp.4.950,- +Rp.5.070,- + Rp. 10.800, +Rp. 103.594,-
= Rp. 119.464,-

Total Biaya /tahun = 12 x Rp. 119.464,-

= Rp. 1.433.563,-

Dengan arus Bocor :

• Arus bocor (I_b) = 0,10 mA = 0,0001 A

Energi terpakai /bulan = 269,29 kWh

Maka besarnya biaya pemakaian energi /bulan adalah :

Biaya beban 450/1000 x Rp. 11.000,-

= Rp. 4.950,-

Blok I : 30 kWh x Rp. 169,-

= Rp. 5.070,-

Blok II : 30 kWh x Rp. 360,-

= Rp. 10.800,-

Blok III : 209,29 kWh x Rp. 495,-

= Rp. 1036.600,-

Total Biaya /bulan = Rp. 119.470,-

Total Biaya /tahun = Rp. 1.433.643,-

Sehingga tambahan biaya pemakaian energi listrik akibat mengalirnya arus bocor adalah :

Tambahan Biaya = (Rp. 119.470,-) - (Rp. 119.464,-)
= Rp. 7,- /bulan

Tambahan Biay = (Rp. 1.433.643,-) - (Rp. 1.433.563,-) = Rp. 80,- /tahun

Selengkapnya untuk perhitungan tarif listrik pada setiap besaran arus bocor yang mengalir, dapat dilihat pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil perhitungan tarif listrik akibat arus bocor

Daya Terpasang	Biaya Pemakaian Energi Listrik (Rp)				Biaya Tambahan (Rp)	
	Tanpa arus Bocor		Dengan Arus Bocor		/bl n	/th n
	/bl n	/th n	/bl n	/thn		
450 VA	11 9.4 64, -	1.4 33. 56 3,-	11 9.4 70, -	1.433 .643, -	7,-	80, -
	11 9.4 64, -	1.4 33. 56 3,-	11 9.4 74, -	1.433 .683, -	10, -	12 0,-
	11 9.4 64, -	1.4 33. 56 3,-	11 9.4 76, -	1.433 .707, -	12, -	14 4,-
	11 9.4 64, -	1.4 33. 56 3,-	11 9.9 04, -	1.438 .850, -	44 1,-	5.2 86, -
	11 9.4 64, -	1.4 33. 56 3,-	11 9.4 66, -	1.433 .595, -		32, -
	11 9.4 64, -	1.4 33. 56 3,-	11 9.4 66, -	1.433 .595, -	3,-	32, -
900 VA	26 0.1 87, 24	3.1 22. 24	26 0.1 89,	3.122 .270, -	2,-	24, -

	-	6,-	-			
	26 0.1 87, -	3.1 22. 24 6,-	26 0.1 90, -	3.122 .278, -	3,-	32, -
	26 0.1 87, -	3.1 22. 24 6,-	26 0.1 94, -	3.122 .326, -	7,-	80, -
	26 0.1 87, -	3.1 22. 24 6,-	26 0.2 41, -	3.122 .886, -	53, -	64 0,-
	26 0.1 87, -	3.1 22. 24 6,-	26 0.1 90, -	3.122 .278, -	3,-	32, -
1300 VA	38 9.0 16, -	4.6 68. 19 3,-	38 9.0 23, -	4.668 .273, -	7,-	80, -
	38 9.0 16, -	4.6 68. 19 3,-	38 9.0 23, -	4.668 .273, -	7,-	80, -
	38 9.0 16, -	4.6 68. 19 3,-	38 9.0 23, -	4.668 .273, -	7,-	80, -
	38 9.0 16, -	4.6 68. 19 3,-	38 9.0 23, -	4.668 .273, -	7,-	80, -
	38 9.0 16, -	4.6 68. 19 3,-	38 9.0 18, -	4.668 .217, -	2,-	24, -
	38 9.0 16, -	4.6 68. 19 3,-	38 9.0 23, -	4.668 .273, -	7,-	80, -

Sumber : Hasil Analisis, 2011.

Pembahasan

Secara umum hasil analisis yang diperoleh memperlihatkan bahwa terdapat penambahan energi listrik tiap bulannya jika arus bocor mengalir dalam instalasi rumah tinggal. Analisis yang dilakukan dengan mengabaikan rugi-rugi daya sepanjang kabel instalasi. Jadi semakin besar arus bocor yang mengalir maka semakin besar pula energi yang hilang, karena energi akibat arus bocor ini tidak digunakan oleh konsumen. Hal ini disebabkan karena energi akibat arus bocor akan hilang bersamaan dengan mengalirnya arus bocor ke tanah seperti yang terlihat pada gambar (4.1).

Berdasarkan sampel hasil pengukuran yang dilakukan terhadap tiga kelompok beban terpasang yaitu 450 VA, 900 VA dan 1300 VA, terlihat bahwa arus bocor yang relatif cukup besar mengalir pada sampel rumah keempat untuk daya 450 VA yaitu sebesar 6,61 mA dan pada sampel rumah keempat untuk daya 900 VA yaitu sebesar 0,8 mA. Sedangkan untuk sampel rumah yang lainnya, arus bocornya berada pada level 0,1 mA atau 1×10^{-4} Ampere sehingga masih dianggap sangat kecil. Tetapi walaupun demikian untuk mengetahui pengaruhnya terhadap pemakaian energi dan tarif listrik yang harus dibayar maka tetap saja harus dianalisis sumbangsih energi yang hilang akibat arus bocor tersebut walaupun level arusnya cukup kecil.

Berdasarkan tabel (4.2), besarnya penambahan pemakaian energi yang tidak terpakai akibat mengalirnya arus bocor terbesar pada daya 450 VA sebesar 6,61 mA adalah 10,6796 kWh/tahun = 10.679,6 Wh/tahun dengan tambahan tarif sebesar Rp. 5.286,-/tahun. Untuk arus bocor terbesar pada daya 900 VA sebesar 0,80 mA adalah 1,2925 kWh/tahun = 1.292,5 Wh/tahun dengan tambahan tarif sebesar Rp. 640,-/tahun. Sedangkan untuk arus bocor terbesar pada daya 1300 VA sebesar 0,10 mA adalah 0,1616 kWh/tahun = 161,6 Wh/tahun dengan tambahan tarif sebesar Rp. 80,-/tahun. Walaupun arus bocor yang mengalir masih relatif kecil, tetapi persoalan arus bocor tersebut tetap menjadi perhatian

yang khusus karena ternyata berpengaruh terhadap pemakaian energi listrik dan pembayaran tarif energi listrik yang digunakan oleh konsumen.

Dari segi keamanan arus bocor dengan level yang tinggi dapat membahayakan konsumen itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan standarisasi untuk menghindari bahaya arus bocor tersebut. Menurut PUIL 2000, beda potensial antara titik pentanahan dengan tanah tidak boleh lebih besar dari 50 Volt pada kondisi tahanan pentanahan tidak lebih besar dari 5 Ohm. Tetapi beda potensial yang timbul sangat tergantung kepada kondisi tanah tempat pentanahan dilakukan karena kondisi tanah berpengaruh kepada besarnya tahanan tanah dari sistem pentanahan yang dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian di lokasi pengujian, ditemukan bahwa penyebab utama dari besarnya arus bocor yang mengalir pada konduktor pentanahan disebabkan karena umur instalasi yang sudah tua sehingga kekuatan dielektrik kabel menjadi berkurang sehingga jika kabel bersentuhan dengan bagian sistem maka akan mengalir arus ke tanah yang kemudian disebut sebagai arus bocor. Selain itu arus bocor umumnya disebabkan karena penggunaan beban-beban listrik seperti *personal computer* (PC) dan kulkas. Gejala arus bocor yang dapat dirasakan langsung yaitu jika pentanahan kurang baik maka ketika secara tidak sengaja tangan menyentuh body peralatan seperti PC maka akan terasa ada yang menyengat pada kulit. Tetapi jika pentanahannya cukup baik maka tidak akan terasa sengatan listrik pada tangan, karena seluruh arus bocor yang mengalir disekitar peralatan PC tersebut akan dialirkan ke tanah. Yang kemudian dapat diukur besarnya arus bocor tersebut pada sisi konduktor pentanahan yang terpasang pada kWh-meter.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengaruh arus bocor terhadap pemakaian dan pembayaran tarif energi listrik, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Pemakaian energi listrik terbesar pada instalasi rumah tinggal dengan daya terpasang sebesar 450 VA yaitu 10,6796 kWh/tahun = 10.679,6 Wh/tahun untuk kondisi arus bocor sebesar 6,61 mA dan pada daya terpasang 900 VA yaitu 1,2925 kWh/tahun = 1.292,5,3 Wh/tahun untuk kondisi arus bocor sebesar 0,81 mA serta pada daya terpasang 1300 VA yaitu 0,1616 kWh/tahun = 161,6 Wh/tahun untuk kondisi arus bocor sebesar 0,10 mA. Jadi semakin besar arus bocor maka semakin besar pula pemakaian energi yang tercatat pada kWh-meter.
2. Penambahan pembayaran energi listrik dengan daya terpasang 450 VA pada kondisi arus bocor 6,61 mA yaitu sebesar Rp. 441,-/bulan atau Rp. 5.286,- /tahun dan untuk daya terpasang 900 VA pada kondisi arus bocor 0,80 mA yaitu sebesar Rp. 53,-/bulan atau Rp. 640,- /tahun serta untuk daya terpasang 1300 VA pada kondisi arus bocor 0,10 mA yaitu sebesar Rp. 7,-/bulan atau Rp. 80,- /tahun. Jadi tentunya semakin besar arus bocor yang mengalir pada instalasi rumah tinggal maka semakin besar pula tarif energi listrik yang harus dibayar oleh konsumen.
3. Faktor penyebab utama mengalirnya arus bocor yang cukup besar pada kawat pentanahan instalasi rumah tinggal disebabkan karena umur instalasi yang sudah tua sehingga menyebabkan kekuatan dielektrik kabel menurun serta dapat pula disebabkan karena penggunaan beban listrik seperti PC, kulkas maupun pompa air.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arismunandar, A., 1994, *Teknik Tegangan Tinggi*, Pradnya Paramita, Jakarta.
2. Dajan, A., 1978. *Pengantar MetodStatistik Jilid II*, LP3ES, Jakarta.
3. Haryono, T., Kusumawardani, S.K., Hidayat, I., Analisis Kualitas Instalasi Listrik Rumah Tangga., Proceedings SNTK 2007, Unhas, Makassar
4. Malik, N.H., Al Arrainy, A.A., Qureshi, M.I., 1998. *Electrical Insulation in Power System*, Marcell Dekker Inc, New York.
5. Naidu M.S., Kamaraju, V., 1995. *High Voltage Engeneering* . Tata McGraw-Hill Co., New Delhi .
6. Sembiring , R.K., 1995. *Analisis Regresi*, Penerbit ITB, Bandung.
7. Van Harten, P., 1991. *Instalasi Listrik Arus Kuat I*, Binacipta, Bandung.