

PENGUJIAN KONSUMSI ENERGI LISTRIK LEMARI PENDINGIN BERDASARKAN SNI

Enny Rosmawar Purba, Sudirman P., dan Rohi A.W.

Abstrak

Dengan penerapan SNI pada lemari pendingin, maka konsumen akan terlindungi dalam mendapatkan lemari pendingin yang memenuhi standar mutu, keamanan, dan keselamatan serta hemat energi. Makalah ini menyajikan hasil pengujian konsumsi energi listrik lemari pendingin bervolume 170 liter, tipe satu pintu, berdasarkan tiga SNI, yaitu SNI 04-6710-2002, SNI 04-6711-2002, dan SNI 05-3088-1992. Pengujian dilakukan secara terkondisi di dalam suatu "climatic chamber". Sampel yang diuji sebanyak 1 unit dari 4 unit sampel yang diterima dari pabrikan. Klaim dari pabrik menyatakan bahwa lemari pendingin tersebut memiliki tegangan 220 V, frekuensi 50 Hz, daya 74 W, arus 0,6 A, dan konsumsi energinya 21,97 kWh/bulan.

Hasil pengujian pada suhu ambien 25 °C dan kelembaban 60%, dan tegangan kerja rata-rata 221,05 V; menyerap daya dan arus rata-rata masing-masing 69,09 W dan 0,37 A; serta konsumsi energi listrik 25,74 kWh/bulan.

Kata kunci: konsumsi energi, lemari pendingin, standar mutu.

Abstract

The National Standard of Indonesia (SNI) for refrigerators (home appliance) has been established. Implementing the standard into refrigerator testing program before the market will protect and give the guidance or information to the consumers, such as quality, safety, and energy consumption. In this paper, the energy consumption test result of a 170 litre and one door type refrigerator is reported. During the test, a series of standard: SNI 04-6710-2002, SNI 04-6711-2002, and SNI 05-3088-1992 has been implemented. The number of tested sample is 1 unit among 4 units sample from the manufacture. The refrigerator with a specification of voltage 220 V, frequency 50 Hz, power 74 W, current 0.6 A, and monthly energy consumption 21.97 kWh.

The result was tested in a climatic chamber facility at ambient temperature 25 °C, relative humidity 60%, and average voltage 221.05 V. Under the above condition, the average power 69.09 W, current 0.37 A, and monthly energy consumption 25.74 kWh of the refrigerator are evaluated.

Key words: energy consumption, refrigerator, standard of quality

1. PENDAHULUAN

Peralatan rumah tangga berbasis listrik atau sering disebut dengan barang elektronik pada saat ini dapat dikatakan sudah menjadi kebutuhan pokok masyarakat, khususnya yang tinggal di perkotaan. Tingkat permintaannya yang tinggi, membuat para pengusaha berusaha menarik konsumen dengan berbagai cara, misalnya pemberian diskon, hadiah langsung, hadiah undian, serta tawaran produk-produk inovatif dan berteknologi tinggi. Satu di antara produk tersebut adalah lemari pendingin, lazim disebut kulkas. Hampir di tiap rumah tangga memiliki produk ini, dengan ukuran dan tipe yang disesuaikan dengan jumlah anggota keluarga.

Tipe dan/atau ukuran lemari pendingin berkorelasi langsung dengan energi (listrik) yang dikonsumsinya. Dengan demikian berkorelasi langsung pula dengan biaya yang harus dikeluarkan oleh pemakai per satuan waktu.

Besarnya daya listrik yang dibutuhkan untuk mengoperasikan lemari pendingin dapat langsung dilihat oleh konsumen pada "name plate" lemari pendingin tersebut, misalnya 74 watt. Dengan begitu konsumen dapat dengan mudah pula menyesuaikannya dengan daya terpasang dirumahnya. Atau, dengan mudah pula dapat memperkirakan besarnya biaya pada rekening PT PLN kelak bila menggunakan lemari pendingin tersebut.

Persoalannya adalah benarkah daya yang tertera pada "name plate" tersebut?. Pada dasarnya setiap produsen berupaya untuk menampilkan produknya telah hemat energi. Namun, klaim atau pernyataan dari pabrik atau produsen tersebut tetap perlu diuji oleh pihak lain yang "netral". Hal ini berkaitan langsung dengan semangat perlindungan konsumen.

Guna keperluan pengujian tersebut, pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) menetapkan standar-standar uji

acuan yang disebut dengan Standar Nasional Indonesia atau biasa disingkat dengan SNI. Berkaitan dengan pengujian konsumsi energi lemari pendingin, telah ditetapkan setidaknya tiga SNI, yaitu SNI 04-6710-2002, SNI 04-6711-2002, dan SNI 05-3088-1992.

SNI untuk jenis produk rumah tangga berbasis listrik lainnya telah dan/atau sedang dalam penyusunan. Kelak setiap produk yang

dipasarkan telah melalui proses uji (verifikasi) berdasarkan SNI. Dengan begitu konsumen dapat dengan mudah dan akurat menghitung jumlah energi (listrik) yang digunakannya. Berikut dicuplikkan contoh pemakaian listrik rumah tangga menengah.

Daya listrik: 900 VA

1 Seterika 350 watt, 2 jam/hari	0,70 kWh/hari
1 Pompa air 150 watt, 3 jam/hari	0,45 kWh/hari
1 Kulkas sedang 100 watt, 6 jam/hari :	0,60 kWh/hari
1 TV 20" 110 watt, 6 jam/hari	0,66 kWh/hari
1 Rice cooker 300 watt, 2 jam/hari:	0,60 kWh/hari
6 Lampu hemat energi 20 watt, 6 jam/hari:	0,72 kWh/hari
4 Lampu hemat energi 10 watt, 6 jam/hari	0,24 kWh/hari
Jumlah kebutuhan listrik perhari	3,97 kWh
Jumlah Kebutuhan listrik per bulan	3,97 kWh x 30 = 119,10 kWh

Sumber: www.pln.co.id, tgl 4 mei 2005

Di dalam makalah ini akan disajikan hasil pengujian lemari pendingin tipe satu pintu, sistem pendinginan langsung, volume 170 liter, khusus konsumsi energinya. Pengujian dilakukan secara terkondisi di dalam sebuah "climatic chamber" yang dapat diatur suhu (temperatur) dan kelembabannya.

Deskripsi Lemari Pendingin

Spesifikasi

- Sistem Pendingin : Pendinginan langsung
- Tegangan : 220 Volt
- Frekuensi : 50 Hz
- Daya : 74 Watt
- Arus : 0,6 Ampere
- Dimensi luar (mm) : 570 x 1261 x 585
- Volume Kotor : 182 Liter
- Volume netto : 170 Liter
- Refrigerator : 140 Liter
- Freezer : 30 Liter
- Konsumsi energi : 21,97 kWh/bulan
- Berat kotor total : 42 kg
- Berat Netto : 38 kg

Fitur

Lemari pendingin dilengkapi dengan:

- Top table
- Freezer room
- Ice tray frame
- Ice cube tray
- Thermo/control box
- Defrosting spatula
- Tempat penyimpanan daging
- Rak lemari pendingin
- Rak kecil lemari pendingin
- Tempat sayur dan buah
- Freezer pocket
- Tempat telur
- Wadah kecil untuk minuman kaleng atau makanan kecil
- Tempat obat
- Tempat menyimpan makanan kaleng, botol kecil
- Botol minuman ekstra
- Karet pintu magnetis
- Rak botol
- Kaki yang dapat diatur ketinggiannya
- Deodorizer

2. DASAR TEORI

Daya merupakan banyaknya perubahan tenaga terhadap waktu dalam besaran tegangan dan arus. Satuan daya adalah Watt. Daya dalam Watt yang diserap oleh lemari pendingin pada setiap saat adalah hasil kali jatuh tegangan sesaat diantara lemari pendingin dalam volt dengan arus sesaat yang mengalir dalam lemari pendingin tersebut dalam Ampere.

2.1. Daya Semu (S)

Daya semu untuk sistem fasa tunggal, sirkuit dua kawat adalah perkalian skalar arus efektif dan beda tegangan efektifnya.

Jadi daya semu (S) dinyatakan oleh persamaan:

$$S = |V| |I| \quad (1)$$

2.2. Daya Aktif (P)

Secara umum daya aktif P dalam Watt dinyatakan oleh persamaan

$$P = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} p(t) dt \quad (2)$$

P(t) adalah daya sesaat sebagai fungsi dari waktu dan τ adalah periodanya. Bila diperhatikan suku pertama dari persamaan (2) di atas, ternyata bahwa sukunya mengandung cos, yang nilai rata-ratanya selalu positif yaitu:

$$P = |V| |I| \cos \varphi \quad (3)$$

2.3. Daya Reaktif (Q)

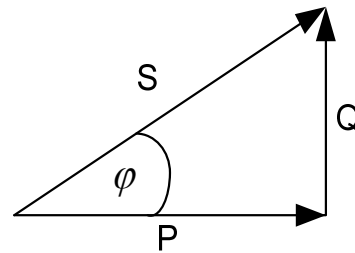
Suku kedua dari persamaan (2) di atas mengandung $\sin \varphi$, yang nilainya bergantian antara positif dan negatif dan nilai rata-ratanya adalah nol. Komponen sesaat dari P ini disebut daya reaktif sesaat dan ini menunjukkan bahwa aliran dayanya bolak-balik menuju beban dan meninggalkan beban. Nilai maksimum daya yang berayun ini dinyatakan dengan Q dalam Var, yang disebut daya reaktif, yang dipresentasikan dalam persamaan:

$$Q = |V| |I| \sin \varphi \quad (4)$$

2.4. Segitiga Daya

Hubungan daya semu (S), daya aktif (P) dan daya reaktif (Q) dikenal dengan istilah segitiga daya.

Hubungan ini diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Segitiga Daya

Dari Gambar 1 dapat diperoleh :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (5)$$

$$P = S \cos \varphi; \text{ dan } Q = P \sin \varphi$$

2.5. Faktor Daya (Cos φ)

Faktor daya didefinisikan sebagai perbandingan antara daya aktif dengan daya semu sebagai berikut:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad (6)$$

Sudut φ adalah sudut fasanya; dimana arus mengikuti tegangan dari beban yang bersangkutan. Lemari pendingin memiliki motor kompresor mengkonsumsi daya listrik pada faktor kerja pengikutan (*lagging*).

2.6. Energi

Energi merupakan besaran daya yang dikonsumsi dalam satuan waktu tertentu. Pengujian konsumsi energi lemari pendingin dilakukan selama 24 jam pada kondisi ruangan 25 °C dan kelembaban udara 60%. Disamping pengukuran jumlah energi yang dikonsumsi, juga diukur besar tegangan kerja, jumlah arus dan daya yang diserap serta $\cos \varphi$ selama 24 jam.

3. PENGUJIAN

3.1. Tujuan Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil konsumsi energi listrik lemari pendingin satu pintu, volume 170 liter, dalam satuan kilo-watt-hour (kWh) per 24 jam, pada kondisi tanpa beban.

3.2. Metode Pengujian

3.2.1 Standar Acuan

Pengujian dilakukan secara terkondisi berdasarkan standar acuan Standar Nasional Indonesia (SNI), sebagai berikut:

- a. SNI 04 – 6710 – 2002: Peralatan Pendingin untuk Rumah Tangga – Lemari Pendingin dengan atau tanpa

Kompartemen Suhu Rendah – Karakteristik dan Metode Pengujian.

- b. SNI 04 – 6711 – 2002: Peralatan Pendingin Pembeku – Karakteristik dan Metode Pengujian.
- c. SNI 05 – 3088 – 1992: Metode Pengujian Lemari Pendingin Rumah Tangga untuk Informasi Kepada Konsumen.

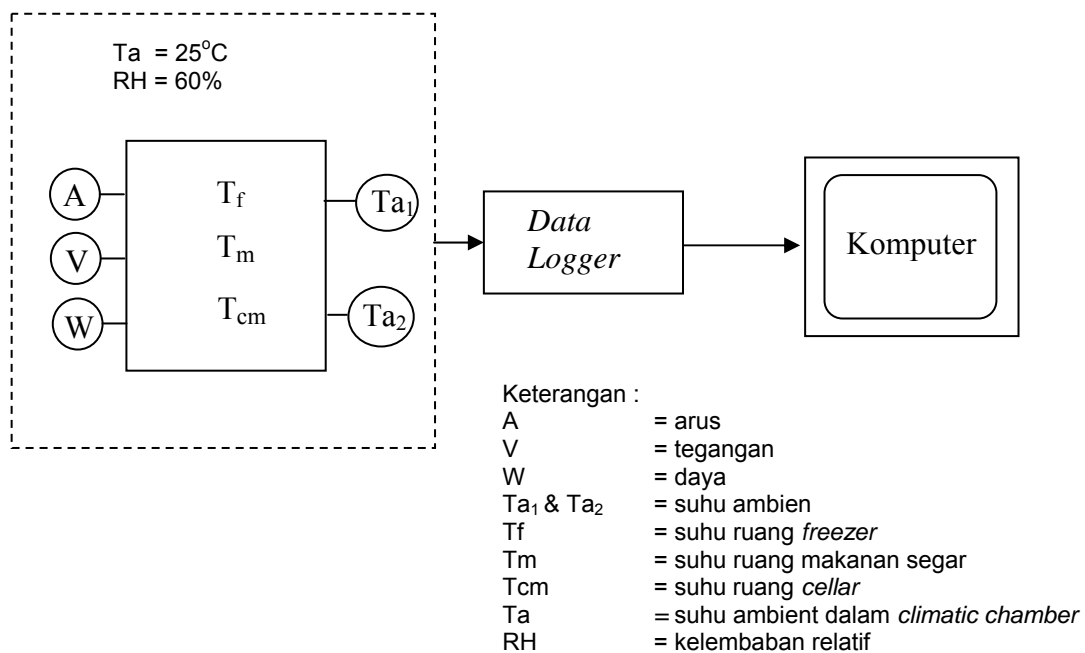
3.2.2 Peralatan Pengujian

Tabel 1 Peralatan Uji Lemari Pendingin

No	Nama Alat Ukur Listrik	SPESIFIKASI
1	Power Transducer Alat ini dipergunakan untuk mengukur daya listrik yang dikonsumsi oleh lemari pendingin	SPESIFIKATION: Accuracy: $\pm 0.2\%$ Temperature range: -20°C to 60°C Operating $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$ Power Supply: AC 115/230V $\pm 15\%$, 50/60 Hz, 3 VA INPUT: Frequency: 50 Hz ± 3 Hz Operational range: Voltage $0 \sim 120\%$ Current $0 \sim 120\%$ Voltage: 240 V Current: 5A (max) OUTPUT Output variables: DC current Response time: < 0.4 sec or less DC Current output: $0 \sim 20$ mA
2	AC Voltage Transducer	SPESIFIKATION: Accuracy: $\pm 0.2\%$ Temperature range: -20°C to 60°C Operating $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$ Power Supply: AC 115/230V : $\pm 20\%$, 50/60 Hz, 3 VA INPUT: AC input: $0 \sim 600\text{V}$ Frequency: 50 Hz to 60 Hz : ± 3 Hz OUTPUT Output variables: DC current Response time: < 0.4 sec or less DC Current output: $0 \sim 20$ mA
3	Current Transducer	SPESIFIKATION: Accuracy: $\pm 0.2\%$ Temperature range: -20°C to 60°C Operating $0 \sim 50^{\circ}\text{C}$ Power Supply: AC 115/230V: $\pm 20\%$, 50/60 Hz, 3 VA INPUT: AC input: $0 \sim 5\text{A}$ Frequency: 45 to 65 Hz OUTPUT Output variables: DC current

No	Nama Alat Ukur Listrik	SPESIFIKASI
		Response time: < 0.4 sec or less DC Current output: 0 ~ 20 mA
5	Data Logger	SPESIFIKATION: DC Current range: ± 0.2500 mA DC Current resolution: 200 nA Temperature range: -250 to 1800 °C Temperature resolution: 0.1%
4	Thermocouple	SPESIFIKATION: Type: K Minimum temperature: - 200 °C Maximum temperature: + 1100 °C
5	Climatic Chamber	SPESIFIKATION: Inside dimension (mm): 2400 x 2700 x 2400 Temperature working: -35°C + 95°C Temperature constancy: ± 1 K Climate Working Temperature range: +10°C+ 95°C Humidity constancyL: ± 3 5 %
6	PC	SPESIFIKATION: Pentium

3.2.3 Konfigurasi Pengujian



Gambar 2 Konfigurasi Pengujian Lemari Pendingin

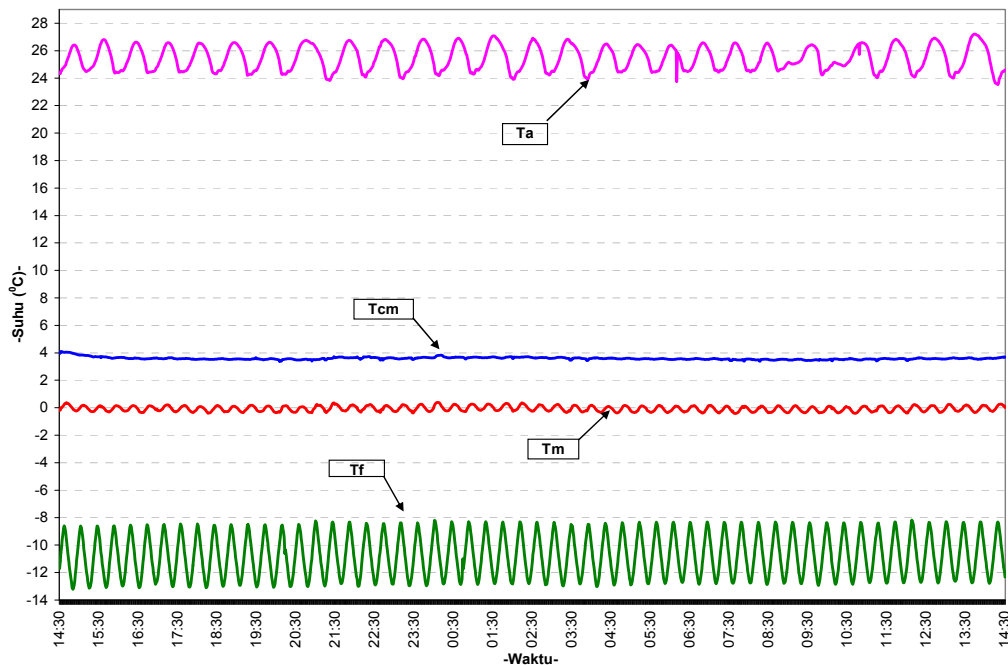
3.2.4 Langkah Pengujian

- a. Pasang sensor suhu pada titik-titik pengukuran pada masing-masing lemari pendingin yaitu di ruang makanan beku (Tf),

- ruang penyimpanan makanan segar (T_m), dan ruang cellar (T_{cm})
- b. Letakkan lemari pendingin pada partisi di dalam ruangan climatic chamber pada jarak sesuai standar
- c. Pasang sensor suhu ambien sekitar lemari pendingin masing-masing dua titik (T_{a_1} dan T_{a_2}) pada jarak sesuai dengan standar
- d. Pastikan thermostat lemari pendingin pada kondisi ketika lemari pendingin diserahkan oleh pabrik (sewaktu diterima pada posisi medium)
- e. Hubungkan lemari pendingin dengan sumber daya listrik
- f. Periksa dan pastikan data hasil pengukuran parameter ukur terbaca dengan baik
- g. Operasikan climatic chamber, atur set point suhu dan kelembaban relatif climatic chamber sesuai standard dan tunggu sampai set point tercapai
- h. Setelah set point suhu dan kelembaban relatif climatic chamber tercapai lakukan perekaman data, dan tunggu sampai lemari pendingin dalam keadaan steady state (stabil)
- i. Ukur konsumsi energi selama periode uji, periode uji dilakukan sedikitnya 24 jam dimulai setelah kondisi operasi stabil tercapai
- j. Ambil hasil perekaman data selama periode uji tersebut
- k. Lakukan analisa data-data yang direkam untuk mendapatkan kWh/24 jam

4. HASIL PENGUJIAN

Data pengukuran yang direkam selama periode uji, yaitu 24 jam dimulai setelah kondisi operasi stabil tercapai. Selanjutnya diolah dan diplot dalam bentuk grafik. Gambar 3 memperlihatkan kondisi suhu ambien (sekitar) yang disetting pada 25 °C dan kondisi suhu di dalam lemari pendingin (freezer, ruang makanan segar, dan ruang cellar). Suhu yang dapat dicapai pada ruang freezer sekitar -8,17 sampai -13,22 °C, pada ruang makanan segar mencapai 0,39 sampai -0,42 °C, dan ruang cellar mencapai 4,08 sampai 3,37 °C.



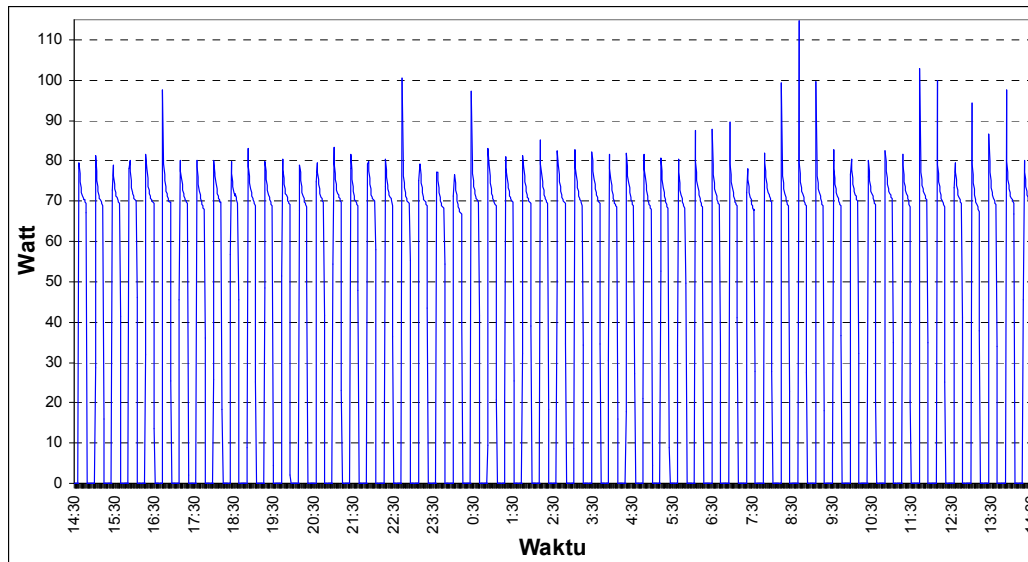
Gambar 3 Kurva Suhu Ambien (Sekitar) Dan Suhu Di Dalam Lemari Pendingin (Setting Suhu 25 °C Dan Kelembaban 60%)

Gambar 4 memperlihatkan konsumsi daya dari lemari pendingin dengan nilai rata-rata 69,09 Watt. Selama kondisi operasi (24 jam operasi

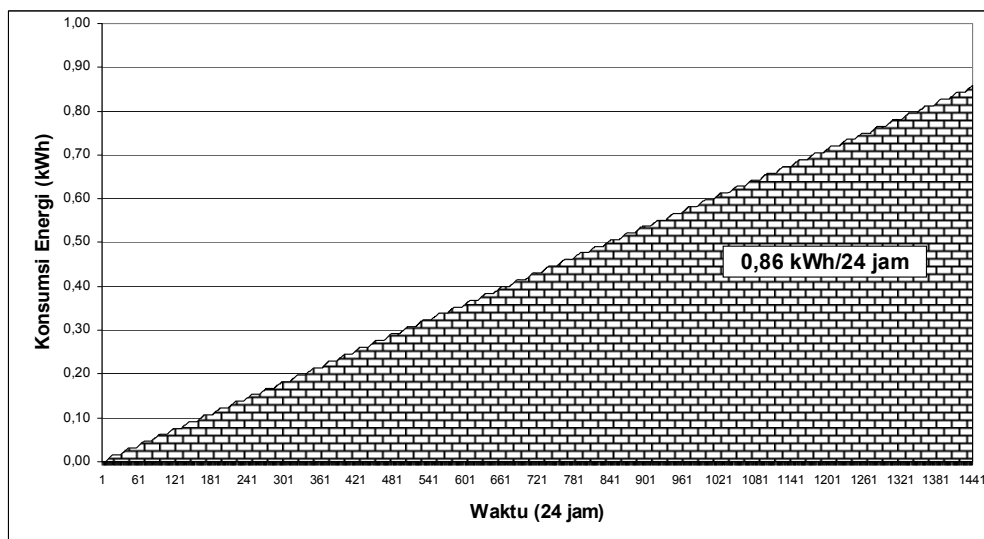
steady state), lemari pendingin beroperasi selama 12,43 jam atau 51,81% *running*. Dari gambar 4 terlihat juga bahwa pada saat *starting*

terjadi lonjakan sesaat daya rata-rata 80 watt bahkan ada yang mencapai 110 Watt. Lonjakan ini terjadi karena pada saat *starting* motor kompresor membutuhkan arus *starting* 10 – 15% lebih besar dari arus normalnya, atau tergantung dari karakteristik *starting* motor kompresor.

Konsumsi energi listrik dari lemari pendingin dapat dilihat dari gambar 5, sebesar 0,86 kWh/24 jam.



Gambar 4 Profil Konsumsi Daya Lemari Pendingin Selama 24 Jam Operasi (Setting Suhu 25 °C Dan Kelembaban 60%)



Gambar 5. Konsumsi Energi Listrik Lemari Pendingin Selama 24 Jam (Setting Suhu 25 °C Dan Kelembaban 60%)

Ikhtisar hasil pengujian lemari pendingin ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengukuran Lemari Pendingin Satu Pintu, Volume 170 Liter, Pada Suhu pada Suhu Ambien = 25 °C dan Kelembaban = 60%

No	Hasil Pengukuran	Hasil Pengujian
1	Suhu Ambien (t_a , °C) Rata-rata	25,45
2	Suhu Freezer (t_f , °C) Rata-rata Minimum Maksimum	-10,74 -13,22 -8,17
3	Suhu Ruang Penyimpanan Makanan Segar (t_m , °C) Rata-rata Minimum Maksimum	-0,07 -0,42 +0,39
4	Suhu Ruang <i>Cellar</i> (t_{cm} , °C) Rata-rata Minimum Maksimum	+3,59 +3,37 +4,08
5	Tegangan (Volt) Rata-rata	221,05
6	Arus (Ampere) Rata-rata	0,37
7	Daya (watt) Rata-rata	69,09
8	Konsumsi Energi Listrik kWh/24 jam kWh/bulan kWh/tahun	0,86 25,74 313,18
9	Kondisi Operasi Selama 24 Jam on (jam) off (jam) on (%) off (%)	12,43 11,57 51,81 48,19

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian lemari pendingin satu pintu, volume 170 liter, dan secara terkondisi dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

- konsumsi energi listrik rata-ratanya sebesar 0,86 kWh/24 jam atau 25,74 kWh/bulan;
- dibandingkan dengan klaim pabrik sebesar 21,97 kWh/bulan, maka terdapat deviasi sebesar (25,74 – 21,97) kWh/bulan atau 3,77 kWh/bulan atau 17,2%.

Ucapan Terima kasih

Atas terselesainya makalah ini, kami menyampaikan terima kasih kepada: [1] Ir. Totok

Sulistiyanto, MEngSc., [2] Nur R. Iskandar, [3] Ir. Pudjo Wahono Hadi, [4] Rina Azhari, ST, [5] Heru Eka Prawoto, [6] Evi Suhaevi, dan [7] Dr. Edi Hilmawan.

DAFTAR PUSTAKA

- PT PLN (Persero), 4 mei 2005, Tips Hemat Energi, www.pln.co.id
- SNI 04 – 6710 – 2002, Peralatan Pendingin untuk Rumah Tangga – Lemari Pendingin dengan atau tanpa Kompartemen Suhu Rendah – Karakteristik dan Metode Pengujian

3. SNI 04 – 6711 – 2002, Peralatan Pendingin Pembeku – Karakteristik dan Metode Pengujian
4. SNI 05 – 3088 – 1992, Metode Pengujian Lemari Pendingin Rumah Tangga untuk Informasi kepada Konsumen
5. UPT-LSDE, Juni 2004. Laporan Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik Lemari Pendingin, Serpong
6. Wijaya, Mochtar. Dasar-Dasar Mesin Listrik, Djambatan, Jakarta, 2001

BIODATA

Enny Rosmawar Purba, ST., dilahirkan di Sinaksak (SUMUT) pada tanggal 22 November 1976. Menamatkan program S1 Teknik Kimia USU Medan pada tahun 2000. Sejak tahun 2001 hingga kini bekerja di Badan Pengkajian dan Penerapan teknologi (BPPT) yang beralamatkan di Balai Besar Teknologi Energi (B2TE) BPPT, Kawasan Puspitek, Cisauk, Tangerang, Banten.

Ir. Sudirman Palaloi, MT., dilahirkan di Sidrap pada tanggal 17 Juni 1967. Menamatkan program S1 Teknik Elektro UNHAS Ujung Pandang pada tahun 1991. Pada tahun 1999 menyelesaikan program S2 dibidang Energi Listrik, UNHAS Ujung Pandang. Sejak tahun 1992 hingga kini bekerja di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang beralamatkan di Balai Besar Teknologi Energi (B2TE), Kawasan Puspitek, Cisauk, Tangerang, Banten. Penulis juga mengajar di jurusan Teknik Elektro Institut Teknologi Indonesia, Serpong.

Rohi Adu Wenyi, Amd., lahir di Jakarta pada tanggal 26 Juni 1963. Menamatkan Sekolah Teknik Menengah Jurusan Listrik Tenaga di Jakarta pada tahun 1983. Menyelesaikan program D3 bidang Instrumentasi FMIPA UI pada tahun 2001. Sejak tahun 1985 hingga kini bekerja di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang beralamatkan di Balai Besar Teknologi Energi (B2TE), Kawasan Puspitek, Cisauk, Tangerang, Banten.