

PENGUJIAN KONSUMSI LISTRIK DAN SUHU DALAM LEMARI PENDINGIN SKALA RUMAH TANGGA PADA KONDISI RIIL

Rohi A. Wenyi

Balai Besar Teknologi Energi - BPPT, PUSPIPTEK, Serpong, Tangerang 15314, Indonesia.

ABSTRAK

Tulisan ini melaporkan hasil pengujian terhadap suatu sampel lemari pendingin yang ditempatkan pada sebuah rumah tangga untuk meneliti suhu di dalam lemari pendingin dan konsumsi energinya. Rumah tangga yang dijadikan lokasi pengujian berpenghuni 4 orang dengan pendapatan total berkisar Rp. 3–5 Juta/bulan. Lemari es yang diuji ini merupakan lemari es kedua yang ada di rumah tersebut. Selama pengujian seluruh anggota keluarga dibebaskan untuk menggunakan lemari pendingin sebagaimana layaknya sesuai buku petunjuk pabrikan. Pengujian ini amat menarik mengingat pengujian lemari pendingin selama ini selalu dikondisikan, baik tegangan listrik, suhu ambien, kelembaban udara maupun cara pengoperasiannya. Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan konsumsi energi yang besar dibandingkan dengan hasil pengujian terkondisikan pada sampel yang sama. Demikian juga dengan unjuk kerjanya yang dipresentasikan oleh suhu rata-rata pada masing-masing kompartemen dalam lemari pendingin. Terdapat selisih suhu sebesar $\pm 5^{\circ}\text{C}$ antara kedua sistem pengujian ini.

Kata kunci: lemari pendingin, rumah tangga, pengujian riil, pengujian terkondisikan.

ABSTRACT

The paper reports the test of refrigerator that was arranged in the real household condition in order to record the temperature profile inside the refrigerator and its electricity consumption.

The family lived in the selected house for this test has 4 members and total income of 3 to 5 million rupiah per month. This family has their own refrigerator so that the tested refrigerator is the second facility in the house. During testing all member could open the refrigerator as usual to get their need and operated it following the guidance in the leaflet from the factory. This test is interesting since the previous test of refrigerator usually was done in a certain condition where a certain voltage was set, a certain RH, a certain ambient temperature and a certain operation procedure. The test result shows significant different between these two test procedures on the same sample. The performance is shown by temperature profile in each compartment inside the refrigerator. Temperature different between these two different tests reach $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

1. PENDAHULUAN

Penawaran-penawaran menarik dari produsen peralatan rumah tangga saat ini sangatlah beragam, khususnya peralatan rumah tangga pengonsumsi energi. Coba perhatikan secara seksama iklan-iklan yang ada saat ini, baik lewat media tulis maupun elektronika. Ada penawaran peralatan yang dapat dioperasikan pada tegangan rendah hingga mencapai 140 Volt dari tegangan normal 220 Volt yang disediakan PLN, sampai dengan tawaran yang menyatakan peralatan tersebut sangat hemat konsumsi energinya.

Tawaran-tawaran ini sering menarik perhatian masyarakat untuk memilih dan membelinya sebagai perlengkapan rumah tangga mereka. Hampir setiap peralatan elektronika/listrik rumah tangga yang dijual di pasaran oleh produsen dilengkapi dengan data spesifikasi teknik (*name plate*) pada bagian tertentu alat tersebut. Data tersebut merupakan hasil uji yang dilakukan produsen dan merupakan hasil uji dengan kondisi ideal, yaitu suatu pengujian yang beberapa parameternya dikondisikan, baik lingkungan pengujian maupun perlakuan pengoperasian terhadap alat yang diuji. Guna mendapatkan data/informasi pembandingan terhadap hasil uji terkondisi, berikut ini akan disajikan hasil uji lemari pendingin yang tidak dikondisikan atau diuji secara riil di suatu rumah tangga.

2. ACUAN/DASAR PENGUJIAN DAN DESKRIPSI SAMPEL UJI

Prosedur pengujian ini tidak dapat mengacu kepada suatu standar, disebabkan hingga saat pengujian ini dilakukan masih belum tersedia standar pengujian konsumsi energi lemari pendingin dengan moda pengoperasian riil. Sebagai pelengkap bahan pustaka selain digunakan beberapa SNI yang berkaitan dengan pengujian lemari pendingin, hasil pengujian lemari pendingin yang sama namun dilakukan dengan cara terkondisi juga digunakan.

Lemari pendingin yang diuji adalah salah satu lemari pendingin yang juga digunakan sebagai sampel uji pada pengujian terkondisi yang pernah dilakukan sebelumnya. Lemari pendingin ini merupakan produksi dalam negeri yang telah dijual di pasaran. Spesifikasi teknis yang tercantum pada lemari pendingin yang dijadikan sample uji adalah sebagai berikut.

- Model/Tipe : Satu Pintu / Direct Cooling /Semi Auto Defrosting
- Tegangan & Frekuensi : 220 Volt / 50 Hz
- Daya : 74 Watt
- Arus : 0,6 A
- Dimensi luar (mm) : 570 x 1261 x 585
- Volume kotor : 182 Liter
- Berat kotor total : 42 kg
- Nomor seri : Q 120240501213

3. DESKRIPSI PENGUJIAN

Pengujian terhadap lemari pendingin ini berdasarkan keadaan dan operasi riil yang dilakukan pada sebuah rumah tangga yang terdiri dari 4 orang anggota keluarga dengan pendapatan rata-rata perbulan antara Rp. 3 Juta s.d. Rp. 5 Juta. Keadaan riil dimaksud adalah kondisi dimana ruang tempat pengujian tidak dikondisikan atau suhu sekitar dan kelembaban udara dibiarkan sesuai dengan kondisi lingkungan. Demikian juga suplai tegangan dibiarkan sesuai tegangan jala-jala di rumah tersebut. Hal yang sama diberlakukan untuk pola pembebanan dan pengoperasian lemari pendingin, dimana lemari pendingin digunakan sesuai kebutuhan sehari-hari penghuni rumah tersebut dan dioperasikan berdasarkan buku petunjuk dari pabrikan.

Selama pengukuran lemari pendingin ditempatkan pada sebuah ruangan di rumah tersebut, yaitu ruang berdekatan dengan dapur dari keluarga pemakai dengan posisi peletakan sesuai yang

dianjurkan pada buku petunjuk pemakaian. Termostat lemari pendingin diset pada posisi 'medium'. Hal ini dilakukan agar dapat dilakukan perbandingan terhadap data pengujian terkondisi yang juga menggunakan setting 'medium' saat pengujian.

Pengukuran dan pengambilan data dilakukan selama sebulan penuh, sedangkan data yang digunakan untuk evaluasi adalah data 24 jam selama 15 hari yang diperoleh dari validasi data hasil pengukuran.

3.1. Pengukuran Suhu.

Pengukuran suhu pada lemari pendingin dilakukan masing-masing pada Kompartemen Pembeku (t_f), Kompartemen Makanan Segar (t_m), dan Kompartemen Bawah/cellar (t_c). Titik-titik ukur ini sama dengan yang dilakukan pada pengujian terkondisi, dengan maksud agar dapat membandingkan karakteristik suhu kompartemen pada masing-masing jenis pengujian.

Selain pengukuran suhu pada kompartemen lemari pendingin juga dilakukan pengukuran suhu udara sekitar / ambient (t_a), yang dimaksudkan untuk mengetahui perubahan dan pengaruhnya terhadap suhu pada masing-masing kompartemen selama 24 jam secara terus-menerus.

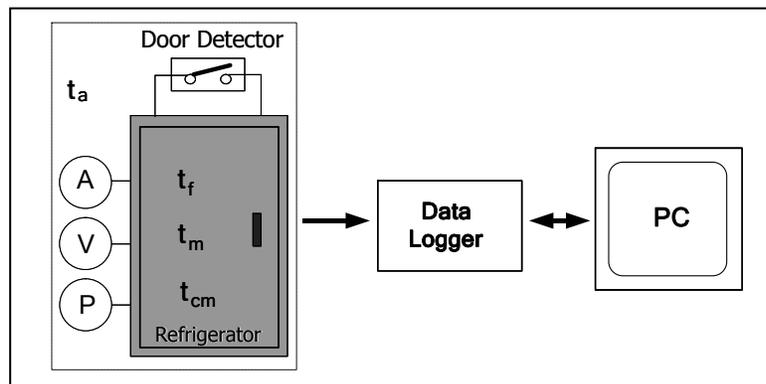
3.2. Pengukuran Frekuensi dan Lama Buka-an Pintu.

Pengukuran ini untuk mengetahui pengaruh frekuensi buka-tutup pintu dan lama bukaan pintu terhadap suhu kompartemen dan konsumsi energi lemari pendingin sesuai pola pemakaian rumah tangga selama 24 jam secara terus-menerus. Pada pintu lemari pendingin dipasang sebuah detektor sebagai indikasi buka-tutup pintu sekaligus untuk mengetahui frekuensi dan lama bukaan pintu.

3.3. Pengukuran Konsumsi Energi.

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui karakteristik konsumsi energi lemari pendingin sesuai pola pemakaian sehari-hari pada suatu rumah tangga. Parameter pengukurannya adalah arus (A), tegangan (V), dan daya listrik (P).

3.4. Konfigurasi Alat Ukur.



Gambar 1. Konfigurasi perekaman data dan parameter yang diukur.

4. HASIL PENGUJIAN.

Hasil evaluasi dan analisa pengujian lemari pendingin ini disajikan dalam bentuk tabel di bagian bawah penjelasan hasil pengujian ini. Data pengukuran selama pengujian disajikan dalam bentuk grafik-grafik yang diletakkan pada bagian lampiran.

Hasil pengukuran suhu pada pengujian riil ini menunjukkan bahwa suhu sekitar sangat berpengaruh terhadap konsumsi energi dan suhu masing-masing kompartemen pada lemari pendingin, dimana pola perubahan suhu di kompartemen lemari pendingin memiliki pola yang sama seiring perubahan suhu sekitar (lihat Gambar 2). Suhu rata-rata tiap kompartemen hasil uji riil diketahui lebih tinggi sebesar $\pm 5^{\circ}\text{C}$, jika dibandingkan dengan hasil pengujian terkondisi (lihat Tabel 1).

Selama pengujian, didapati hanya satu kali keadaan defrosting dan berlangsung dari jam 08:05 hingga 18:35 (lihat Gambar 3). Pada saat defrosting, suhu maksimum yang dicapai sebesar $18,9^{\circ}\text{C}$ dan mengalami pembukaan pintu selama 7 menit 17 detik. Sedangkan ketika masa defrosting selesai dan kompresor 'on' kembali secara otomatis, daya maksimum yang dicapai pada saat starting adalah sebesar 97,7 watt (lihat Gambar 2 dan Gambar3).

Dari pengukuran kelistrikan, diketahui konsumsi arus lemari pendingin dari kedua jenis pengujian tidak terdapat perbedaan yang cukup besar, hanya sebesar 0,02 Ampere, sedangkan konsumsi daya rata-rata pengujian riil lebih rendah 5 Watt dari pengujian terkondisi.

Pengujian riil ini menunjukkan konsumsi energi rata-rata pada setting termostat medium adalah sebesar 1,55 kWh/hari (lihat Tabel 1). Konsumsi energi per hari yang dibutuhkan oleh lemari pendingin selama periode pengujian riil ini, hampir mencapai dua kali lipat lebih besar dari konsumsi energi per hari yang dibutuhkan oleh lemari pendingin sewaktu pengujian terkondisi. Hal ini karena selama pengujian dengan kondisi riil, dilakukan pembukaan pintu dan pemberian beban/diisi bahan makanan pada lemari pendingin, sedangkan pada uji terkondisi hal tersebut tidak dilakukan. Ini terindikasi juga dari data ratio operasi kompresor selama 24 jam, yang ternyata didapati 100% 'on', ini berarti selama pengujian kompresor tidak pernah 'off' selain sewaktu dilakukan defrosting. Oleh karena itu konsumsi energi per hari yang hampir mencapai 2 kali lebih besar dari konsumsi energi per hari yang dibutuhkan oleh lemari pendingin sewaktu pengujian terkondisi cukup beralasan, mengingat ratio operasi kompresor selama 24 jam yang didapati saat uji terkondisi adalah $\pm 50\%$ 'on' dan 50% 'off' (lihat Tabel 1).

Dari pengamatan data hasil pengukuran, didapati bahwa frekuensi lama waktu bukaan pintu oleh pemakai dengan jumlah anggota keluarga 4 orang ini, didominasi dengan lama bukaan antara 1 detik hingga 10 detik, yaitu mencapai $\pm 62\%$ (lihat Gambar 6). Adapun buka-tutup pintu yang terjadi selama pengujian, terekam rata-rata per hari adalah sebanyak 22 kali dengan rata-rata lama bukaan 12 detik (lihat Tabel 1). Dari pengujian ini didapatkan grafik korelasi lama bukaan pintu vs konsumsi energi (lihat Gambar 5), dimana setiap satu detik lama bukaan pintu mengkonsumsi energi sebesar 0,0023 kWh.

5. KESIMPULAN

- Dari pengamatan selama pengujian 15 hari ini, set point termostat lemari pendingin tidak pernah tercapai, hal ini diindikasikan tidak ditemukannya kompresor dalam keadaan 'off', kecuali sewaktu defrosting.
- Konsumsi energi lemari pendingin setiap satu detik lama bukaan pintu adalah sebesar 0,0023 kWh.
- Pengujian riil ini menunjukkan rata-rata konsumsi energi adalah sebesar 1,55 kWh/hari. Konsumsi Energi yang diukur pada uji riil, lebih besar dua kali lipat dari uji yang terkondisi
- Suhu sekitar diketahui sangat berpengaruh terhadap suhu kompartemen lemari pendingin, hal ini berakibat peningkatan konsumsi energi.
- Frekuensi lama waktu bukaan pintu didominasi oleh lama bukaan antara 1 hingga 10 detik, yaitu mencapai $\pm 62\%$.

Ucapan Terima Kasih.

Atas terselesaikannya makalah yang kami dedikasikan kepada tim Laboratorium Pengujian Peralatan Rumah Tangga Pengonsumsi Energi, Balai Besar Teknologi Energi, BPPT, kami mengucapkan terima kasih kepada Enny R. Purba dan Sudirman Palaloi atas kerjasamanya. Juga kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pada Nur Rachman Iskandar, Rina Azhari, Evi Suhaevi dan Edi Hilmawan.

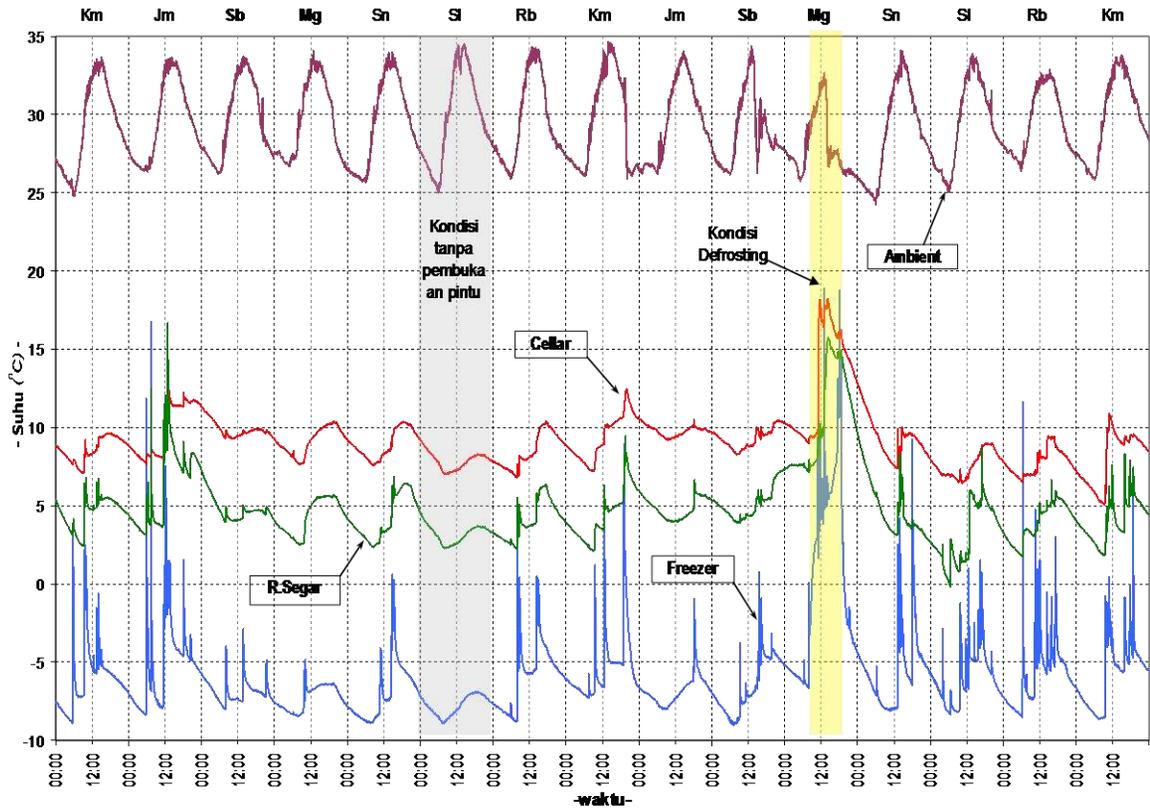
DAFTAR PUSTAKA.

- UPT LSDE (2004), *Laporan Hasil Pengujian Konsumsi Energi Listrik Lemari Pendingin*, UPT LSDE, Serpong, Tangerang 15314, Indonesia, Juni 2004.
- Balai Besar Teknologi Energi (2004), *Laporan Hasil Pengujian Konsumsi Energi Lemari Pendingin Moda Operasi Riil*, Desember 2004.
- Enny R. Purba (2005), *Konsumsi Listrik Lemari Pendingin Satu Pintu, 170 Liter, Hasil Pengujian Terkondisikan Berdasarkan SNI*, Balai Besar Teknologi Energi, BPPT, Agustus 2005,.
- SNI 04-6710-2002 : *Peralatan Pendingin untuk rumah tangga – Lemari Pendingin dengan atau tanpa kompartemen suhu rendah – karakteristik dan metode pengujian.*
- SNI 04-6711-2002 : *Peralatan pendingin pembeku – karakteristik dan metode pengujian.*
- SNI 05-3088-1992 : *Metode pengujian lemari pendingin rumah tangga untuk informasi kepada konsumen.*
- Pabrik Lemari Pendingin (2005), *Buku Petunjuk Pengoperasian Lemari Pendingin 2005.*

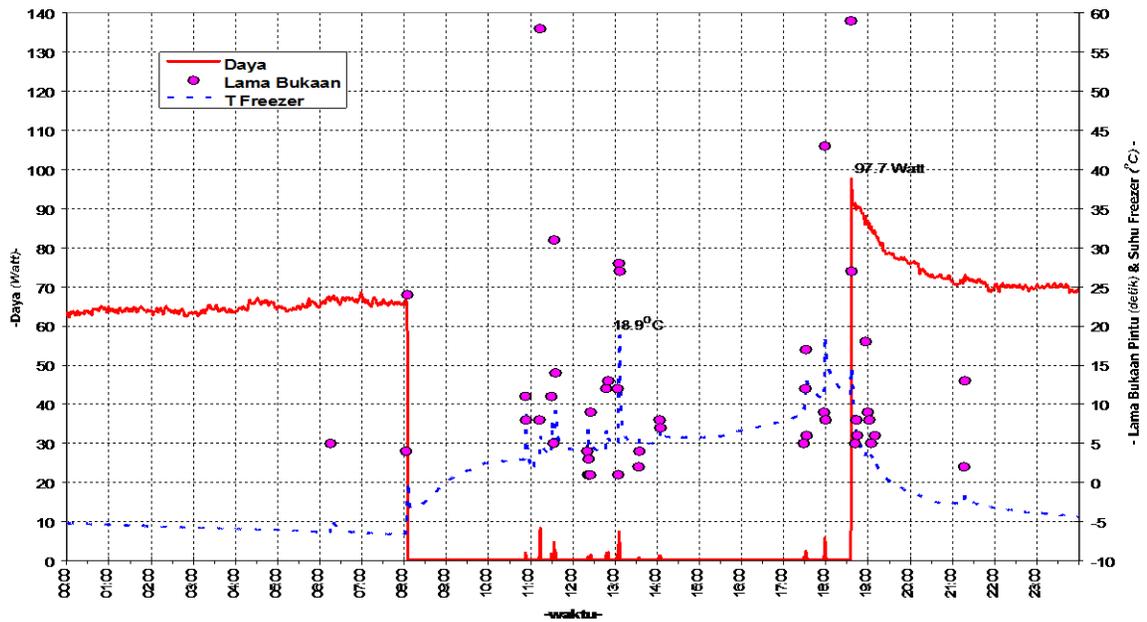
Tabel 1. Perbandingan Hasil Pengukuran Lemari Pendingin antara Uji Terkondisi dengan Uji Riil.

No	HASIL PENGUKURAN	UJI TERKONDISI ^{*)}	UJI RIIL
1	Setting Termostat	Medium	Medium
2	Suhu Ambien (t_a , °C) Rata-rata	25,4	29,3
3	Suhu Freezer (t_f , °C) Rata-rata Minimum Maksimum	-10,7 -13,2 -8,2	-5,8 -9,0 18,9
4	Suhu Ruang Makanan Segar (t_m , °C) Rata-rata Minimum Maksimum	-0,1 -0,4 0,4	4,8 -0,2 16,7
5	Suhu Ruang Cellar (t_{cm} , °C) Rata-rata Minimum Maksimum	3,6 3,4 4,1	9,1 5,1 18,2
6	Tegangan (Volt), Rata-rata	221	222
7	Arus (Ampere), Rata-rata	0,37	0,35
8	Daya (watt), Rata-rata	69	64
9	Konsumsi Energi Listrik kWh/24 jam kWh/15 hari kWh/bulan	0,86 12,9 25,74	1,55 23,20 46,40
10	Kondisi Ratio Operasi 24 Jam On (jam) Off (jam)	12,4 11,6	24 0
11	Kondisi Jumlah Buka-Tutup Pintu selama 24 Jam (kali) Rata-rata Minimum Maksimum	- - -	22 0 45
12	Kondisi Lama Buka-Tutup Pintu selama 24 Jam (detik) Rata-rata Minimum Maksimum	- - -	12 1 60
13	Distribusi Frekuensi Lama Buka-Tutup Pintu (%) 1 - 10 detik 11 - 20 detik 21 - 30 detik 31 - 40 detik 41 - 50 detik 51 - 60 detik	- - - - - -	61,14 23,80 8,13 3,31 1,51 2,11

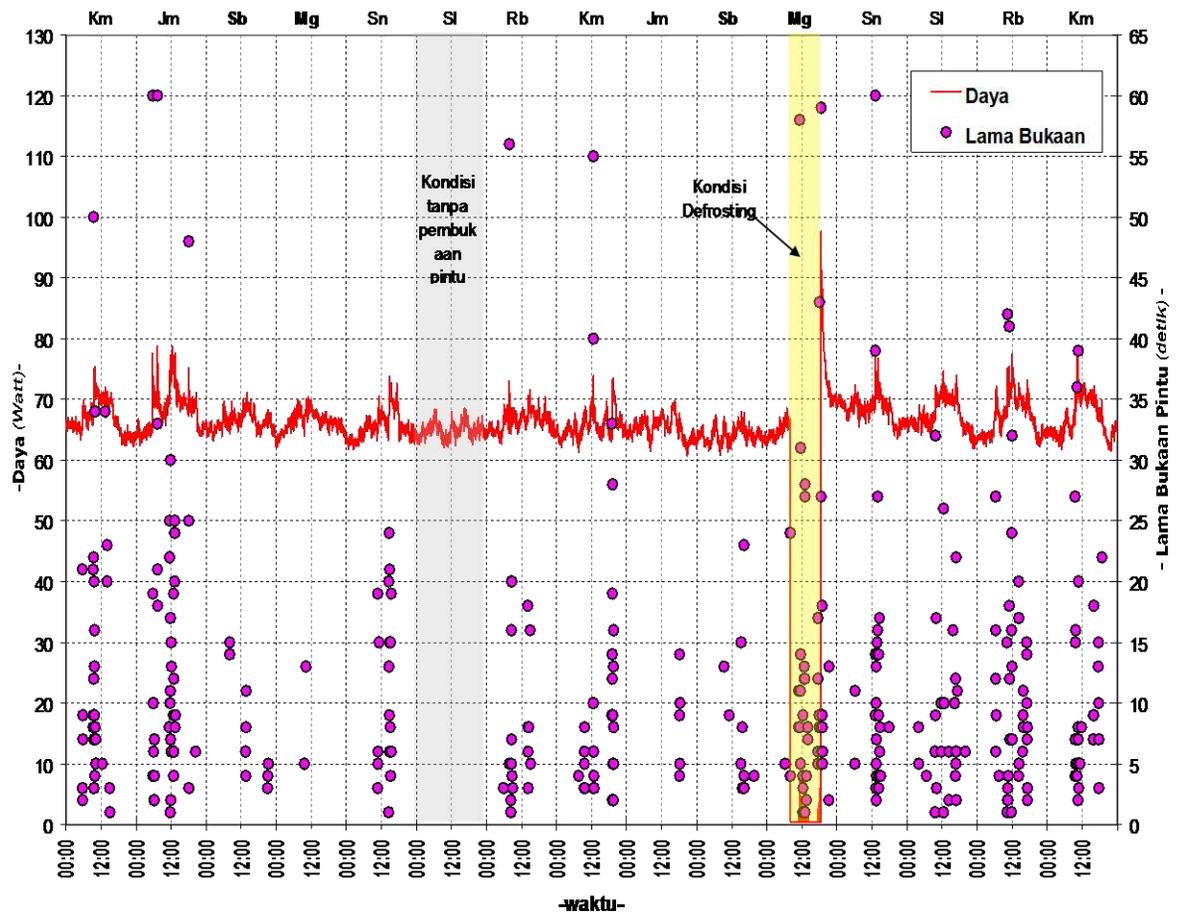
^{*)} Sumber: Enny R. Purba dkk. (2005), *Pengujian Konsumsi Energi Listrik Lemari Pendingin 170 Liter Satu Pintu Secara Terkondisi Berdasarkan SNI. B2TE, BPPT, Mei 2005.*



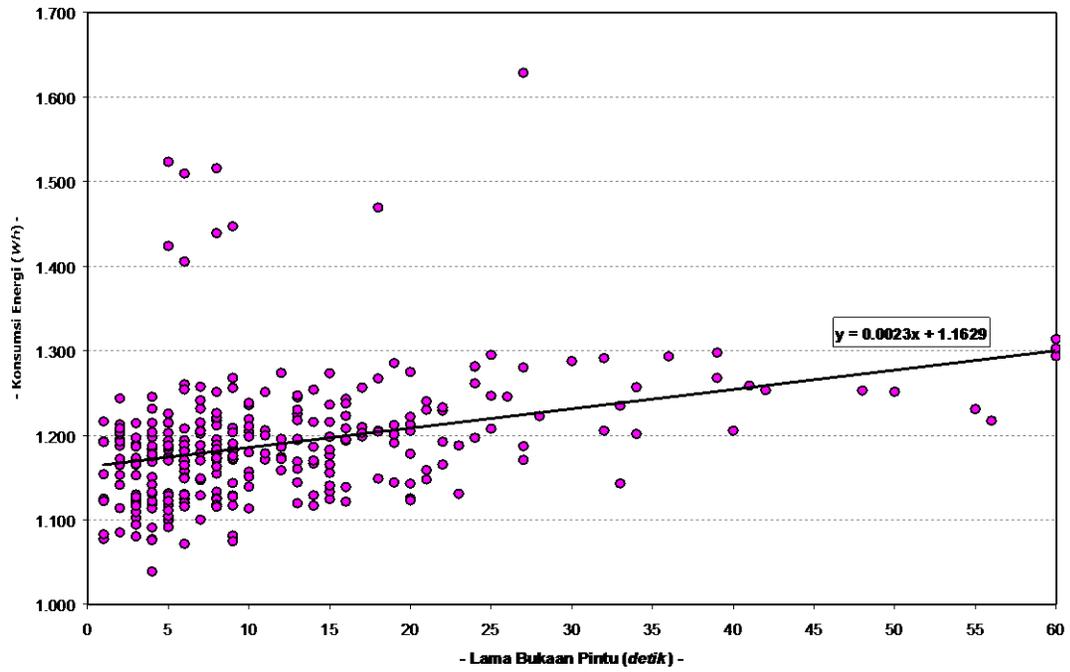
Gambar 2. Grafik suhu kompartemen lemari pendingin dan suhu sekitar.



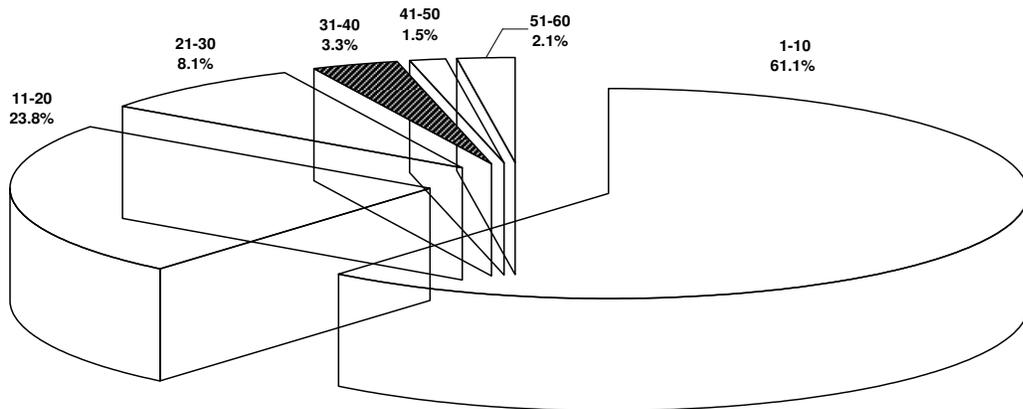
Gambar 3. Grafik suhu kompartemen pembeku, daya listrik, dan lama bukaan pintu lemari pendingin saat terjadi defrosting.



Gambar 4. Grafik konsumsi daya listrik dan lama bukaan pintu lemari pendingin selama pengujian.



Gambar 5. Grafik linear konsumsi energi terhadap lama buka-an pintu.



Gambar 6. Grafik distribusi frekuensi lama buka-an pintu lemari pendingin.