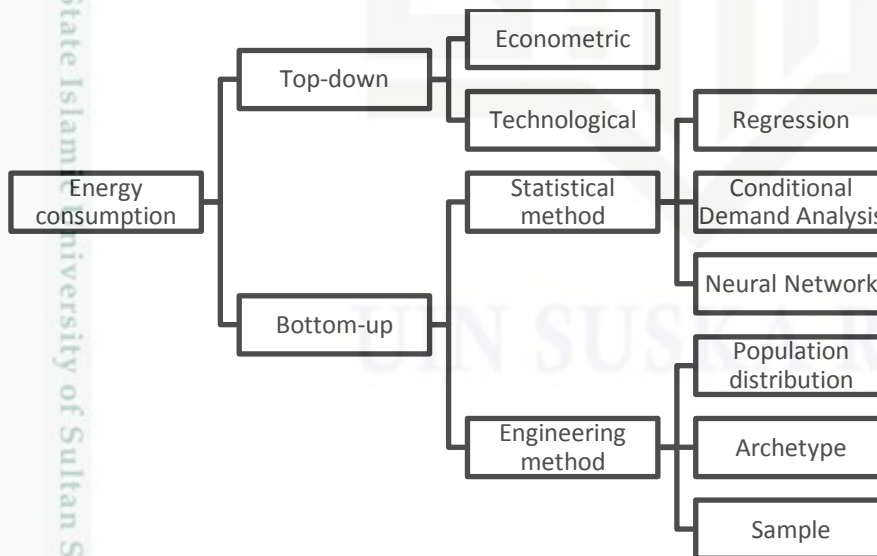


BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terkait Metoda *Engineering*

Pemodelan konsumsi listrik rumah tangga berdasarkan referensi yang terkait diawali oleh penelitian Yoshiyuki Shimoda et al [1], yang melakukan evaluasi program konservasi energi berskala kota (Osaka - Jepang) berdasarkan hasil simulasi. Analisa yang dilakukannya adalah berdasarkan metoda *engineering* dengan menggunakan teknik *archetype*. Hasil survei rumah tangga yang telah dilakukannya digolongkan menjadi 460 kategori, di mana di setiap rumah tangga tersebut dilakukan simulasi penggunaan energi berdasarkan jadwal model untuk setiap perangkat rumah tangganya. Menurut Shimoda, jika setiap perangkat tersebut disimulasikan dalam durasi per lima menit, model tidak hanya dapat mengevaluasi pengukuran penghematan energi dari setiap perumahan dan perangkatnya, tetapi juga dapat mengukur perubahan aktivitas penggunanya. Hasil simulasi yang telah dilakukannya ternyata lebih kecil dari hasil pengukuran statistik; hal ini dikarenakan simulasi tidak mencakup penggunaan energi yang tidak ditempati oleh anggota rumah tangga. kesimpulan penelitiannya mengatakan bahwa program penghematan energi pada sektor rumah tangga sangat mempengaruhi penggunaan energi secara global [1].



Gambar 2.1. Model, metoda, dan teknik dalam perhitungan konsumsi listrik rumah tangga



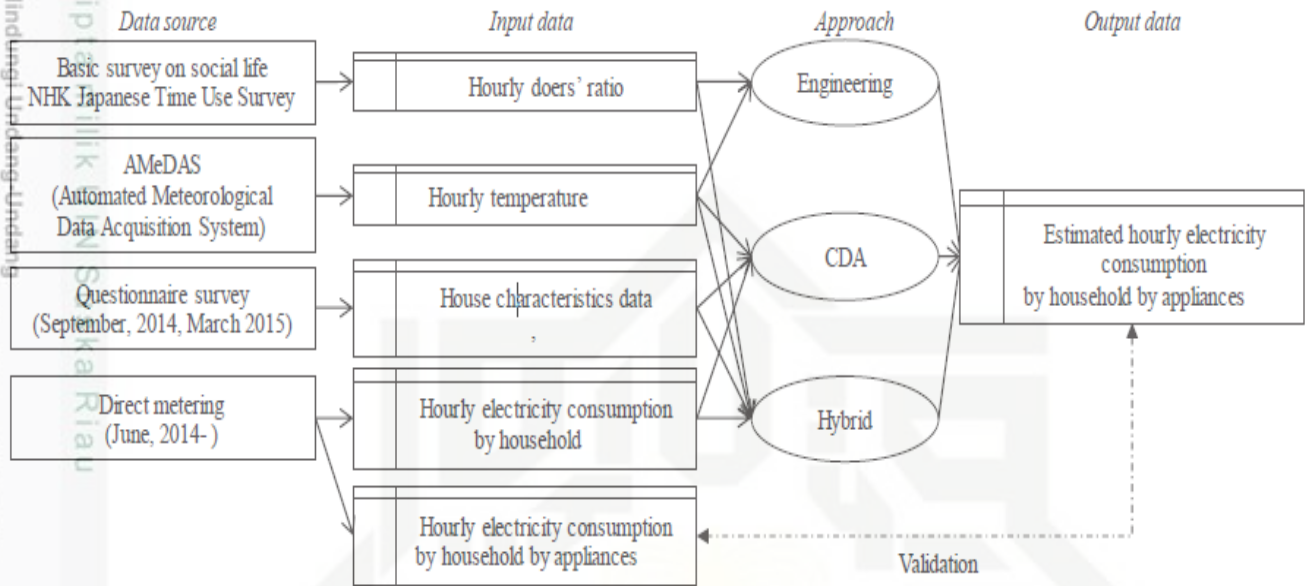
Sumber: [2]

Tahun 2008, Lukas et al [2], menulis paper tentang ragam metoda yang dapat digunakan dalam perhitungan konsumsi listrik pada sektor rumah tangga. Ragam model, metoda, dan teknik yang telah digunakan dalam berbagai penelitian ini diberikan oleh gambar (2.1). Menurut Lukas, berkaitan dengan tema penelitian ini, metoda engineering dapat dilakukan dengan tiga teknik dasar, yakni *population distribution*, *archetype* dan *sample*. Teknik *population distribution*, rumah tangga dimodelkan berdasarkan kepemilikan perangkat elektrisnya. Konsumsi listrik kemudian dapat dihitung berdasarkan tingkat kepemilikan perangkat listrik secara terpisah. Dalam teknik ini, interaksi antar perangkat tidak dapat digambarkan. Dengan menghitung rasio kepemilikan perangkat listrik ini secara wilayah/nasional, maka konsumsi energi rumah tangga dapat diperkirakan. Pada teknik *archetype*, rumah tangga dipandang sebagai bentuk dari berbagai ragam perumahan yang tersedia. Penggolongan perumahan dapat dilakukan berdasarkan umur, ukuran dan jenis perumahan yang digunakan. Perhitungan konsumsi energi kemudian dapat dilakukan dengan memodelkan rata-rata konsumsi energi listrik setiap model menjadi skala wilayah atau bahkan nasional berdasarkan statistik masing-masing jenis perumahan yang telah dibuat. Sedangkan untuk teknik *sample*, konsumsi energi setiap rumah tangga merujuk pada penggunaan teknik metering dalam metoda pengumpulan datanya. Hal ini membutuhkan survei yang sangat banyak untuk mendapatkan karakteristik rata-rata perumahan yang akan disurvei. Jika perumahan tersebut diasumsikan sebagai perumahan yang dominan terhadap seluruh populasi perumahan pada suatu wilayah atau secara nasional, maka teknik ini dapat menunjukkan hasil yang lebih akurat dalam menunjukan konsumsi energi listrik rumah tangga.

Selanjutnya pada tahun 2016, Hiroto Shiraki menggabungkan metoda *engineering* dengan metoda statistik [6]. Dalam penelitiannya, Shiraki menggunakan teknik *population distribution* pada metoda *engineering* dan teknik CDA (*Conditional Demand Analysis*) pada metoda statistik. Iterasi simulasi perhitungan dilakukannya dalam setiap langkah 1 jam, untuk mendapatkan model *regression* penggunaan setiap perangkat listrik rumah tangga. Hasil simulasi konsumsi yang didapatkannya, kemudian dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung menggunakan metering. Perbandingan ini dilakukan dengan metoda analisa RMSE (*Root Mean Square Error*), dan MAE (*Mean Absolute Error*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa akurasi model *hybrid* ini meningkat dari 11% menjadi 71% jika dibandingkan dengan



metoda yang telah ada sebelumnya. Adapun jenis data dan mekanisme simulasinya diberikan oleh gambar (2.2).



Gambar 2.2. Mekanisme simulasi yang dilakukan oleh Shiraki

Sumber: [6]

2.2 Metoda Engineering

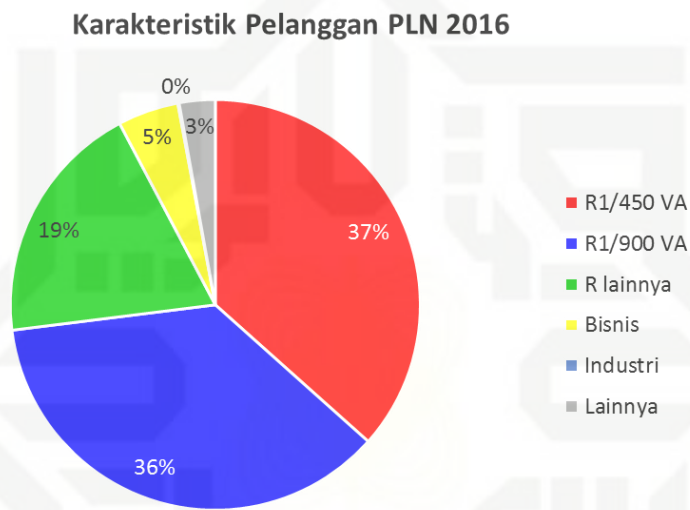
2.2.1 Teknik Sample

Jenis-jenis perumahan yang dihuni oleh masyarakat Indonesia, boleh jadi sulit untuk dilakukan secara nasional, mengingat karakteristik perumahan rakyat berkaitan erat dengan tingkat perekonomian masing-masing wilayah. Oleh karena itu skala definisi perumahan dalam teknik *sample* cenderung efektif dilakukan dalam skala wilayah dengan tingkat perekonomian yang seragam (*uniform*). Berdasarkan ukuran/model perumahan rakyat dapat digolongkan dalam beberapa kelompok seperti tipe 36, 45, 54, 60 dll.

Sehubungan dengan program perumahan rakyat yang dicanangkan oleh pemerintah, rumah dengan tipe-36 menjadi target pembangunan jutaan rumah di hampir seluruh wilayah di Indonesia. Menurut pemerintah, saat ini Indonesia membutuhkan 13.6 jt perumahan rakyat untuk tipe-36, yang dikelola oleh Perumnas [17]. Berdasarkan data dari PLN, umumnya rumah tipe ini menggunakan daya listrik 450/900 VA dengan tingkat pengguna sebagaimana yang



diperlihatkan oleh gambar (2.3). Dengan alasan ini, pemilihan rumah tipe-36, setidaknya telah merepresentasikan 73% lebih perumahan untuk rakyat dengan perekonomian rendah. Setelah menentukan jenis perumahan yang dijadikan sample perumahan nasional, tahapan selanjutnya adalah menentukan tingkat konsumsi rata-rata pada jenis perumahan ini. Meskipun rumah jenis ini dapat menggunakan variasi daya yang berbeda-beda, tetapi secara umum pemakaian daya maksimum hingga 1300 VA.



Gambar 2.3. Persentase jenis pelanggan PLN tahun 2016

Sumber: [16]

2.2.2 Teknik *Distribution*

Pada teknik ini, rumah tangga direpresentasikan sebagai kumpulan dari berbagai jenis perangkat listrik yang digunakan di dalam suatu rumah tangga. Penggunaan perangkat listrik ini sangat dipengaruhi oleh perilaku anggota rumah tangga dalam kesehariannya di dalam rumah tangga. Terdapat berbagai cara untuk merepresentasikan perilaku ini dalam rumah tangga, salah satunya adalah dengan mendaftarkan kegiatan keseharian setiap anggota rumah tangga dalam skala menit atau jam. Meskipun banyak referensi penelitian menggunakan data metering, tetapi model perilaku ini dapat juga dibangkitkan berdasarkan survei perilaku anggota rumah tangga,



baik secara individu, maupun secara kolektif dari penggunaan perangkat listrik rumah tangga tersebut. Contoh karakteristik rumah tangga dapat dilihat pada Tabel (2.1). Beberapa hal yang juga dapat mempengaruhi perilaku adalah seperti temperatur daerah, yang pada akhirnya membedakan pola penggunaan alat pendingin/pemanas ruang di setiap daerah yang akan diteliti. Sedangkan, letak perumahan dan status perekonomiannya, akan mempengaruhi pola/tingkat aktivitas anggota rumah tangga di dalam rumahnya.

Tabel 2.1. Distribusi perangkat – Karakteristik rumah tangga

House Characteristics	N	Mean	STD	Max	Min
# members	50	4.3	1.7	9	1
# member at home on a weekday	45	1.5	1.0	4	0
# rooms	45	7.7	2.5	15	3
age of the building	45	22.5	18.4	100	1
# air conditioners	47	2.7	1.7	8	0
# electric carpets	45	0.4	0.7	2	0
# kotatus	45	1.4	1.0	4	0
# TV	45	3.2	1.2	5	1
# IH cockers	45	0.5	0.6	2	0
# refrigerators	45	1.9	1.1	5	1
# HPWHs	45	0.4	0.5	1	0
# electric water heaters	45	0.0	0.1	1	0

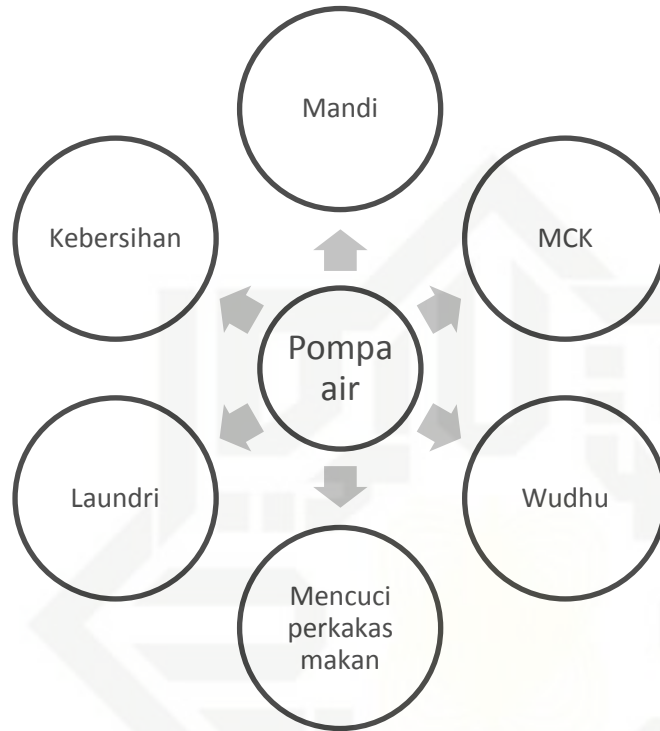
Sumber: [3]

2.2.3 Kontribusi Penelitian: Usulan Teknik *Hybrid (Distribution – sample)*

Salah satu kesulitan dalam melakukan survei pada penelitian ini adalah proses instalasi metering untuk setiap perangkat rumah tangga untuk seluruh rumah yang akan menjadi target



survei. Kesulitan ini dapat diatasi dengan melakukan teknik rekonstruksi perilaku anggota rumah tangga terhadap setiap perangkat elektris yang ada. Berdasarkan data kehadiran anggota rumah tangga di rumah, perilaku penggunaan perangkat elektris, dan spesifikasi teknis perangkatnya, perhitungan konsumsi listrik dapat dilakukan.



Gambar 2.4. Ragam aktivitas dalam rumah tangga yang membutuhkan air

Jadi, sebelum kebutuhan listrik pada pompa air didefinisikan, perlu untuk menghitung kebutuhan jumlah air (k , liter) dan porsi perolehan air berdasarkan jenis pompa air yang digunakan dalam suatu rumah tangga. Sedangkan perhitungan jumlah penggunaan air untuk setiap aktivitas, dapat dilakukan berdasarkan referensi yang ada, atau dengan melakukan simulasi kegiatannya berdasarkan asumsi-asumsi yang logis. Meskipun begitu, kegiatan yang berkaitan dengan penggunaan air, harus didefinisikan apakah menggunakan bak penampung air atau langsung digunakan saat mengucur. Hal ini berkaitan dengan waktu penggunaan listrik oleh pompa air tersebut. Jika misalkan kebutuhan air dapat ditampung dalam bak dengan kapasitas 500 liter, maka pompa akan menggunakan listrik hanya pada saat bak penampung telah kosong. Sedangkan jika digunakan langsung, maka perhitungan kebutuhan air harus dikonversi dalam satuan waktu.

Hak cipta milik UIN Suska Riau
 He-Cina Didungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah,
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.3 Referensi Model Konsumsi Perangkat Elektris Rumah Tangga

2.3.1 Pompa Air

Pompa air merupakan mesin atau peralatan elektris rumah tangga yang digunakan sebagai alat pendistribusian untuk mendapatkan air untuk kebutuhan manusia sehari-hari. Penggunaan pompa air ini bisa untuk kebutuhan sehari-hari dalam rumah tangga atau juga untuk keperluan khusus seperti pada pencucian mobil. Jenis pompa air untuk kebutuhan rumah tangga dapat bervariasi di antaranya seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut dengan spesifikasi diberikan pada table (2.2).



Gambar 2.5. Pompa Air

Sumber: [18]

Tabel 2.2. Spesifikasi pompa air rumah tangga

Voltase	220 Volt
Daya Listrik	125 Watt (Running) / 300 Watt (Start)
Self-Priming (tanpa dipancing)	Ya
Otomatis	Tidak
Daya Hisap	9 meter
Daya Dorong	33 meter
Kapasitas	18 liter / menit pada total head 10 meter
	10 liter / menit pada total head 20 meter

Sumber: [18]

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



2.3.2 Mesin Cuci

Mesin cuci merupakan peralatan elektris saat ini sudah lazim dimiliki oleh rumah tangga di daerah perkotaan seperti halnya kota Pekanbaru. Sebagaimana halnya pompa air, mesin cuci juga bervariasi spesifikasinya, bergantung pada daya beli dan beban kerja yang dapat dilakukannya. Berikut spesifikasi model mesin cuci yang digunakan dalam penelitian ini seperti gambar (2.6).



Gambar 2.6. Model mesin cuci rumah tangga

Sumber: [18]

Tabel 2.3. Spesifikasi daya mesin cuci rumah tangga

Kecepatan Putaran Maksimal (RPM)	1800
Konsumsi Daya	150 Watt
Ukuran (L x W x H cm)	59 x 95 x 109 cm
Berat (Kg)	27
Kapasitas cuci	8.0
Voltase	220 Volt

Sumber :[18]



2.3.3 Air Conditioner (AC)

Untuk daerah kota Pekanbaru, AC sebagai peralatan listrik untuk mendinginkan ruangan telah mulai menjadi kebutuhan utama pada rumah tangga, mengingat suhu udara yang relatif tinggi untuk daerah ini. Akan tetapi penggunaan AC pada rumah tangga dibatasi oleh kapasitas daya terpasang dan kemampuan keuangannya. Sehingga model penggunaan AC ini diimplementasikan untuk rumah tangga yang menggunakan daya terpasang di atas 1300 watt. Salah satu model AC yang populer dipasaran untuk kebutuhan rumah tangga adalah sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar (2.7) dengan spesifikasi pada tabel (2.4), berikut ini.



Gambar 2.7. Model AC pada rumah tangga

Sumber: [18]

Tabel 2.4. Spesifikasi Air Conditioner AC pada rumah tangga

Power	½ PK
Konsumsi Daya	400 Watt
Ukuran (L x W x H cm)	20 x 784 x 27 (indoor) 418 x 695 x 224 (outdoor)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Berat (Kg)	8
Type Air Conditioner	Single Split System
Power Consumption (watts)	400
Voltase	220 Volt

Sumber: [18]

2.3.4 Kipas Angin

Kipas angin merupakan perangkat elektris yang masih menjadi primadona di daerah tropis. Untuk jenis kipas angin terdapat beberapa varian dalam memenuhi kebutuhan konsumen. Salah satu model kipas angin dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar (2.8).



Gambar 2.8. Model kipas angin pada rumah tangga

Sumber: [18]

Tabel 2.5. Spesifikasi Kipas angin pada rumah tangga

Voltase	220 Volt
Daya	100 Watt
Frekuensi	60 Hz
Ukuran	45 cm (18")
Dimensi (P x L x T)	21.5 cm x 18.5 cm x 29 cm



Berat	8 Kg
-------	------

Sumber: [18]

2.3.5 Strika Listrik

Strika merupakan alat elektris yang keberadaannya sudah lazim di masyarakat perkotaan khususnya di Kota pekanbaru. Alat elektris ini bertujuan mendukung penampilan agar terlihat rapi, strika memiliki banyak varian dan fungsi yang cukup mendukung kinerjanya. Salah satu model varian strika ini terlihat pada gambar (2.9).



Gambar 2.9. Model Strika Lisrik

Sumber: [18]

Tabel 2.6. Spesifikasi strika pada rumah tangga

Voltase	220 Volt
Daya	350 Watt
Ukuran (L x W x H cm)	18 x 6 x 6
Berat (Kg)	1 Kg

Sumber: [18]

2.5.6 Rice Cooker

Rice Cooker merupakan pilihan yang kini banyak digunakan orang. Alat memasak nasi ini banyak dijumpai di masyarakat perkotaan. Alat ini menyajikan fitur – fitur yang sederhana.



Untuk memasak nasi tidak lagi waktu lama dan tidak menyebabkan nasi menjadi hangus ataupun gosong. Model *rice cooker* ini banyak jenisnya, yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan masyarakat. Salah satu model *rice cooker* pada penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 2.10. Model *Rice Cooker*

Sumber: [18]

Tabel 2.7. Spesifikasi *Rice cooker* pada rumah tangga

Voltase	220 Volt
Daya	300 Watt <i>Cooking</i> . <i>Warming</i> 100 Watt
Ukuran (L x W x H cm)	18 x 18 x 7
Berat	1 Kg
Kapasitas	0.6 Liter

Sumber :[18]

2.2.7 Kulkas

Kulkas merupakan salah satu alat elektris yang banyak dijumpai di kota-kota besar, salah satunya di Kota Pekanbaru. Alat ini sudah tidak asing lagi bagi masyarakat sebab keberadaannya sangat membantu, kulkas sendiri bertujuan untuk menjaga dan memperpanjang umur makanan seperti sayuran dan buah-buahan. Model pendingin ini banyak variannya, salah satunya seperti gambar (2.11), dan table (2.8), untuk spesifikasinya.



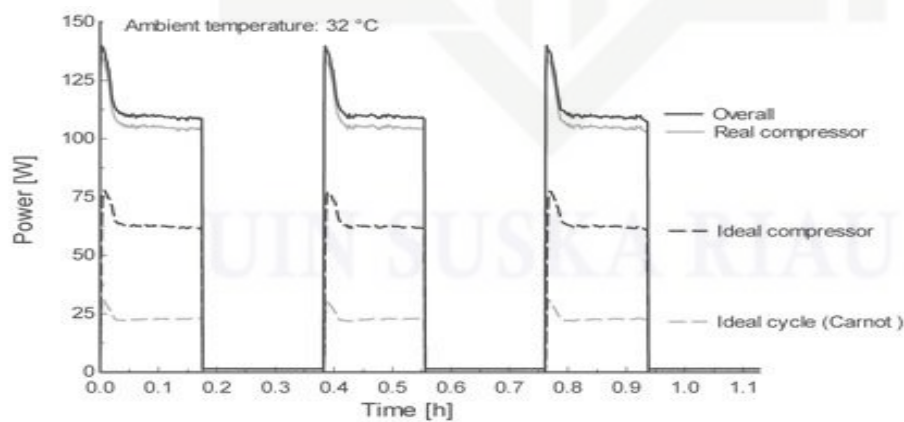
Gambar 2.10 Model Kulkas pada rumah tangga

Sumber: [18]

Tabel 2.8. Spesifikasi kulkas pada rumah tangga

Voltase Low Watt	160 Volt – 220 Volt
Konsumsi Daya	120 Watt
Type Kulkas	Single Door
Berat (Kg)	35 Kg

Sumber: [18]



Gambar 2.12. Grafik Konsumsi daya pada kulkas

Sumber: [15]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah,
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Kinerja dari perangkat rumah tangga seperti kulkas dapat dianalisa dengan melakukan pengukuran langsung sesuai dengan standard prosedur yang berlaku. Sebuah penelitian terkait perangkat ini dilakukan oleh [15] bahwasanya operasional kulkas tidak selalu hidup. Adapun jenis grafik penggunaan daya dapat di lihat pada gambar (2.12)

2.2.8 Televisi

Televisi adalah alat elektris yang banyak dijumpai di masyarakat. Alat ini sebagai media telekomunikasi yang menampilkan siaran gambar bergerak dan suara. Televisi sendiri sudah menjadi kebutuhan di masyarakat sebagai hiburan. Alat elektris ini memiliki berbagai varian tergantung kebutuhan masyarakat, salah satu model varian televisi pada penelitian ini (lihat gambar dan tabel spesifikasi).



Gambar 2.13. Model Televisi pada rumah tangga

Sumber: [18]

Tabel 2.9. Spesifikasi Televisi pada rumah tangga

Voltase	160 – 230 Volt
Konsumsi Daya	100 Watt
Berat	5 Kg

Sumber : [18]



2.3.9 Lampu

Lampu merupakan komponen yang sangat penting pada massa ini, yang tujuannya memberikan manfaat penerangan. Lampu itu sendiri banyak variannya yang dibuat oleh pabrik sesuai dengan kebutuhan masyarakat khususnya masyarakat Indonesia. Untuk model dan varian lampu salah satunya pada penelitian ini (lihat gambar dan tabel)



Gambar 2.14. Model lampu pada rumah tangga

Sumber: [18]

Tabel 2.10. Spesifikasi Lampu pada rumah tangga

Voltase	80 – 250 Volt
Type Bohlam	LED
Konsumsi Daya	25 Watt

Sumber :[18]

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Hak cipta milik UIN Suska Riau
 State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

UIN SUSKA RIAU